

# 블럭 기반의 코딩에서의 포스트 필터 알고리즘

박은경, 심우성  
삼성전자 삼성전자  
[elli.park@samsung.com](mailto:elli.park@samsung.com) [sim1@samsung.com](mailto:sim1@samsung.com)

## Post Filter Algorithm in Block-Base Coding

Eunyoung Park Woosung Shim  
Samsung Electronics co., LTD Samsung Electronics co., LTD  
[elli.park@samsung.com](mailto:elli.park@samsung.com) [sim1@samsung.com](mailto:sim1@samsung.com),

### 요 약

일반적으로 블럭기반의 동영상 압축방식은 블럭킹 효과를 필연적으로 수반한다. 특히 저비트율의 동영상에서는 블럭킹 효과가 다른 어떤 영상의 왜곡보다 많이 발생한다. 본 논문에서 H.264에서 이러한 블럭킹 효과를 효율적으로 제거함으로써 주관적 화질을 높일 수 있는 후처리 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 H.264에서 4x4에 대한 Offset을 구하는데 움직임 벡터를 이용하여 이전 프레임의 QP(Quantization Parameter)를 이용하고 이용된 QP의 평균을 -6~+6까지의 범위로 normalize 하여 Offset값을 정함으로서 인코더의 성능에 좌우되지 않고 디스플레이 될 수 있게 하는 방법이다.

### I 서 론

블럭 기반의 DCT(discrete Cosine Transform)에서의 블럭킹 현상은 영상압축에서의 취약점으로 주목되어 왔으며 이를 극복하기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다. 이러한 연구들의 대표적인 예로서 LOT(Lapped orthogonal Transform), Wavelet Transform와 같은 블럭킹 효과가 없는 Transform을 사용하는 방법<sup>[1][2]</sup> 등이 있지만 복잡도나 압축 효율면에서 기존의 DCT 방법을 대치할 만큼의 성능 향상을 가져오지 못하였다. 이에 블럭킹 효과가 발생된 상태에서 이를 효과적으로 줄이기 위한 방법으로 초기에는 단순한 필터를 이용하다가 점차적으로 영상의 특징에 따라 적응적인 필터를 이용하는 방법들이 제안되었다. 이러한 방법 중 하나로 정교한 예측 및 평탄화를 통해 블럭화 현상을 제거하고 블럭화 효과의 전파를 제거하고자 하는 기법인 OBMC(Overlapped block motion compensation)가 제안 되었으며 영상의 특징을 QP(Quantization Parameter) 값과 같은 영상압축에 사용되는 파라미터를 이용하는 방법들이 제안 되었다<sup>[3][4]</sup>. 이러한 방법들은 H.263의 경우 Annex J에 deblocking filter와 같이 표준화 되었고, H.264의 경우 코덱의 일부

분으로 deblocking filter를 사용함으로써 약 1%의 PSNR과 1.5%의 비트율을 줄이며 뛰어난 주관적 화질을 얻을 수 있는 방법을 제안하였다<sup>[5]</sup>.

본 논문에서는 이러한 H.264의 deblocking filter에서 효과적인 디스플레이를 위한 필터링 방법에 대하여 제안한다. 2장에서는 H.264에서의 deblocking filter에 대하여 간단히 설명하고 제안하는 블럭화 제거 기법에 대하여 설명 하며 3장에서는 제안된 방식을 적용하여 모의실험을 한 결과를 가지고 주관적 화질과 객관적 화질에 대한 평가를 한 후 4장에서 결론을 맺는다.

### II 본 론

H.264는 지금까지 알려진 동영상 압축 표준 방법 중 같은 비트율에서 가장 좋은 화질을 보이고 있다. 이것은 여러 가지 복잡도가 증가됨에 따라 성능 향상을 보였고 그중에서도 deblocking filter는 주관적 화질에 큰 영향을 미친다.

### 1. H.264에서의 deblocking filter

H.264의 deblocking filter는 기본적으로 4x4 단위로 이루어지며 필터의 강도를 결정하기 위하여 BS(Boundary strength)를 구하는데 사용되는 파라미터들로는 Frame mode (Frame/Field), Coding mode(INTRA/INTER), MV(Motion Vector), nonzero coefficient, reference picture index들이 있다. 이러한 파라미터들로 구해진 BS는 0~4의 값을 갖으며 BS가 0인 경우는 필터링을 하지 않고 4로 갈수록 필터의 강도는 강해진다. 또한 실제 필터링 시에는 disable\_deblocking\_filter\_idc, QP(Quantization Parameter), FilterOffsetA, FilterOffsetB 등의 파라미터들을 사용하여 필터링 계수를 구한다. 따라서 필터링하고자 하는 각 경계는 필터 강도 BS와 필터링 계수를 적용적으로 대처함으로써 영상의 특성을 최대한 이용하여 블러킹 효과가 제거된 deblocking filter는 H.264에 채택되었다<sup>16)</sup>. 그림 1은 H.264의 전체 블록도이다. 그림 1에서 보듯이 deblocking filter는 Loop filter 형태로 존재한다.

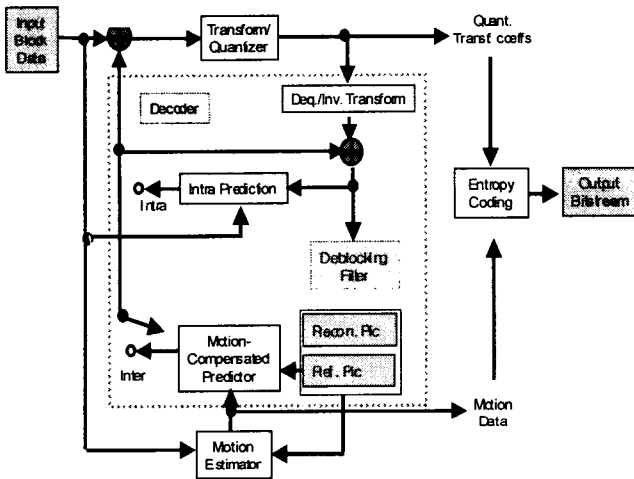


그림 1. H.264에서의 deblocking filter

H.264 deblocking filter에서 필터링 계수를 적용적으로 대처하기 위한 파라미터인 FilterOffsetA 와 FilterOffsetB는 인코더의 Slice header의 syntax element로서 하나의 Slice에 동일하게 적용되는 파라미터이다. 이 파라미터는 필터링하고자 하는 경계면의 평균 QP에 얼마를 더 하는 offset값으로 영상의 특성이 평탄한 부분이 복잡한 부분에 비하여 블러킹 현상이 심하게 보이는 것을 최소로 하기위한 값이다. 그러므로 deblocking filter에서 가장 효율적인 방법은 인코더에서 영상의 특성에 따라 slice 부분을 잘 설정하고 하나의 slice에 대하여 적절한 offset을 선택하는 것이다. 하지만 인코더에서 이러한 특징이 최대로 반영하지 않았다면 디스플레이 할 때 부분적인 블러킹 현상이 심화 될 수 있을 뿐 아니라 움직임 추정으로 인해 IDR(Instance Decoding Refresh) 픽처를 만날 때 까지 블러킹 현상이 나타난다. H.264 표준에서는 이러한 offset 값을 -6에서 6까지 적용되게 하였

으며 -6쪽으로 갈수록 약한 필터링이 적용되고 6으로 갈수록 강한 필터링이 적용된다.

식 (1)은 FilterOffsetA 와 FilterOffsetB를 이용하여 index를 구하는 식이다.

$$\text{indexA} = \text{Clip3}(0,51, \text{QPav} + \text{FilterOffsetA})$$

$$\text{indexB} = \text{Clip3}(0,51, \text{QPav} + \text{FilterOffsetB})$$

$$\text{Clip3}(x, y, z) = \begin{cases} x & ; z < x \\ y & ; z > y \\ z & ; \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

식 (1)과 같이 구한 IndexA 와 IndexB를 사용하여  $\alpha$  와  $\beta$ 를 구한다.  $\alpha$  와  $\beta$ 를 필터링하고자 하는 8개의 픽셀 사이의 값과의 관계에 의해 필터의 계수가 결정되어 필터링에 반영된다.

### 2. 제안한 FilterOffset 결정 방법

본 논문에서는 FilterOffsetA 와 FilterOffsetB에 대하여 인코더의 성능에 좌우되지 않는 디스플레이를 위한 알고리즘을 구현하였다. H.264에서의 MV는 4x4, reference Picture Index는 8x8단위로 이루어지고 QP값은 MB(Macro Block) 단위로 결정된다. 또한 deblocking filter는 4x4단위로 이루어진다. 따라서 4x4 단위의 deblocking filter가 slice header에 포함된 offset값에 의해 동일하게 적용되어 화질의 블러킹 현상이 나타나는 것을 최소로 하기위해 4x4단위의 MV를 이용하여 4x4 단위의 offset값을 지정해야 한다.

제안한 알고리즘은 현재 필터링하고자 하는 4x4에 대한 Offset을 구하는데 있어서, MV를 이용하여 MV가 참조한 프레임의 MV가 가리키는 블록의 QP를 찾고, 그 주변에 둘러싼 QP의 평균을 구하여 -6 ~ +6까지의 범위로 normalize 하여 Offset값을 인코더의 성능에 좌우되지 않고 디스플레이 될 수 있게 하는 방법이다. MV를 참조하는 예는 그림 2에서 보였다.

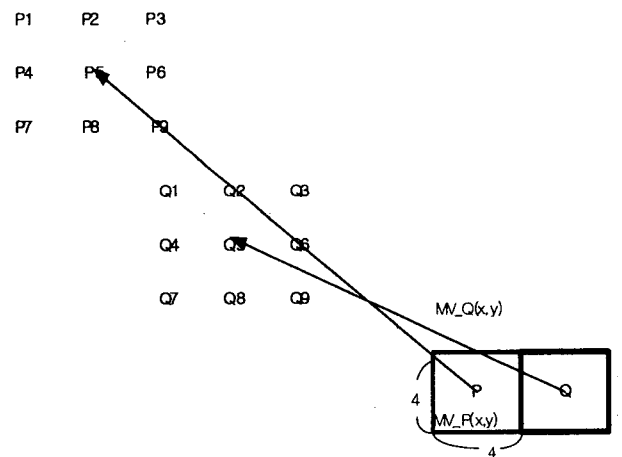


그림 2. MV를 참조하여 QP의 평균을 구하는 방법

식 (2)는 현재 4x4 블록의 MV와 reference index에 의해 참조된 이전 영상의 주위의 QP의 평균을 이용하여 -6~6까지의 normalize table에 의해 OffsetA와 OffsetB를 구하는 식이다.

$$\begin{aligned} \text{OffsetA} &= \text{norm}(-6, 6, (P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7+P8+P9)/9) \\ \text{OffsetB} &= \text{norm}(-6, 6, (Q1+Q2+Q3+Q4+Q5+Q6+Q7+Q8+Q9)/9) \end{aligned} \quad (2)$$

제안한 필터링 방법은 다음과 같이 구성된다.

- 1) MVx, MVy를 이용하여 QP를 찾는 부분  
현재 deblocking하려는 블록의 MVx, MVy와 reference picture index를 이용하여 이전 frame들에 대한 QP값을 찾는다
- 2) 주변 QP의 평균을 구하는 부분  
OffsetA를 구할 때는 MVx에 의해 찾아진 주의 MB의 QP를 이용하여 평균을 구한다.  
OffsetB를 구할 때는 MVy에 의해 찾아진 주의 MB의 QP를 이용하여 평균을 구한다.
- 3) 평균값을 원하는 offset level로 normalize하는 부분  
각 H방향과 V방향의 구해진 평균 QP를 -6~+6의 값으로 normalize한다. 이때 normalize step size는 적용적으로 대처한다.
- 4) 새로운 offset에 따른 필터링하는 부분  
offset에 따른 deblocking filter를 수행한다

### III 실험 결과 및 고찰

모의실험은 현재 표준화가 진행 중인 H.264 JM S/W 6.0를 이용해 수행하였다. 각 영상은 300프레임으로 10초 분량의 동영상이다. 움직임 추정범위는 -32에서 +31.75이며 rate control을 사용하였다. 각각의 영상에 대해 offset값을 -6, 0, 6으로 변화한 것과 제안한 방법으로 한 것과 비교하였다.

표 1. offset값 변화에 따른 PSNR 결과

Condition	Sequence	PSNR Y [dB]			
		offset : -6	offset : 0	offset : +6	proposed
384Kbps QCIF	Stefan	33.44	33.48	32.79	33.51
128Kbps QCIF	Hall	38.74	38.89	38.27	38.99
256Kbps QCIF	Foreman	38.55	38.56	36.89	38.57
64Kbps QCIF	silent	32.26	32.36	31.17	32.40

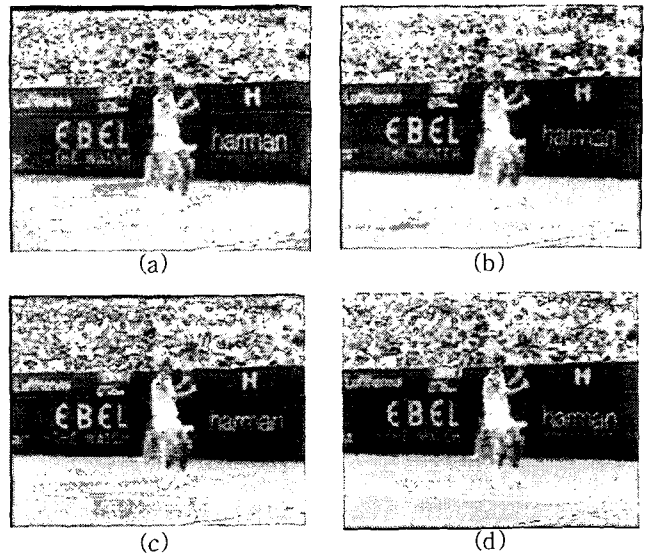


그림 3. Stefan영상에 대한 블럭화 제거 결과.

(a) offset 0, (b) offset -6,  
(c) offset +6 (d) 제안한 방법

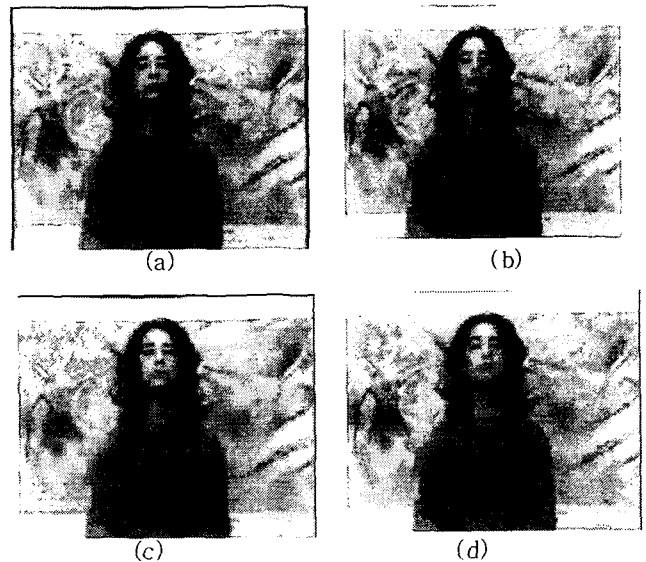


그림 4. Silent 영상에 대한 블럭화 제거 결과.

(a) offset 0, (b) offset -6,  
(c) offset +6 (d) 제안한 방법

그림 3과 그림 4는 Stefan과 Silent QCIF 영상에 대하여 각각 384Kbps, 64Kbps에서 블럭화 제거 결과를 보여준다. 결과에서 볼 때 offset값의 변화에 따라 블럭화 현상이 눈에 띈다. 또한 블럭화 현상의 위치가 이동되는 현상은 평탄한 영역에서 많이 나타난다. 이 때 제안된 필터링을 적용하면 시각적으로 블럭화 현상을 효과적으로 제거함을 볼 수 있다. 눈에 거슬리는 평탄한 영역의 블럭화 현상은 필터링에 의해 충분히 제거되고 보다 세밀한 영역은 보존됨으로써 효과적으로 블럭화 현상을 제거하는 것을 알 수 있다.

#### IV 결론

본 논문에서는 블럭 기반에서 offset값을 변화시켜 필터링 하는 방법을 제안하였다. 제안된 필터링 방식은 영상의 세밀함을 보존하면서 효과적으로 블럭화 효과를 제거 한다. 주관적 화질과 객관적 화질으로 볼 때 제안된 블럭화 제거 기법은 블럭화 현상 제거에 적합하다.

#### 참 고 문 헌

- [1] H. S. Malvar and D. H. Staelin, "The LOT: transform coding without blocking effect", *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing*, vol. 37, no. 4, pp. 553-559, 1989.
- [2] J. M. Shapiro, "Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients", *IEEE Trans. Signal Processing*, vol. 41, no. 12, pp. 3445-3462, Dec. 1993.
- [3] Y. Nakaya and H. Harashima, "Motion compensation based on spatial transformations", *IEEE Trans. Circuits System Video Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 339-356, June 1994.
- [4] B. Cahill and C. Heneghan, "Locally Adaptive Deblocking Filter For Low Bit Rate Video", *Image Processing, 2000. Proceedings. 2000 International Conference on*, vol. 2, 10-13, pp. 664-667, Sept. 2000
- [5] [www.vcodex.com](http://www.vcodex.com), H.264 / MPEG-4 Part 10 White Paper, Deblocking Filter.
- [6] ITU-T Rec. H.264/ISO/IEC 14496-10, "Advanced Video Coding", Final Committee Draft, Document JVT-G050r1, May, 2003.

#### 박은경

2001년 2월 서울 시립대학교 전자·전기 공학부 졸업(공학사), 현재 삼성전자 DM 연구소 연구원 재직중. 주관심 분야는 image processing, embedded system

#### 심우성

2000년 원광대학교 전자공학과 졸업(공학박사), 현재 삼성전자 DM연구소 책임 연구원 재직중, 주관심 분야는 디지털 신호처리, embedded system