

# Corner outlier 제거를 위한 후처리 기법

홍윤표, 전병우  
성균관대학교 정보통신 공학부

## Post-Processing for Reducing Corner Outliers

Yunpyo Hong, Byeungwoo Jeon

School of Information and Communication Engineering, SungKyunKwan University, KOREA

E-mail : grattang@dmlab.skku.ac.kr

### Abstract

In block-based lossy video compression, severe quantization causes discontinuities along block boundaries so that annoying blocking artifacts are visible in decoded video images. These blocking artifacts significantly decrease the subjective image quality. In order to reduce the blocking artifacts in decoded images, many algorithms have been proposed. However studies on so called, corner outliers, have been very limited. Corner outliers make image edges look disconnected from those of neighboring blocks at cross block boundary. In order to solve this problem, we propose a corner outlier detection and compensation algorithm as post-processing in spatial domain. The experiment results show that the proposed method provides much improved subjective image quality.

부호화 될 수록 심각하게 나타 난다. 이와 같은 현상을 블록화 현상(Blocking Artifacts)이라 하는데, 이러한 블록화 현상을 일으키는 원인을 또 다시 더욱 세밀하게 Grid noise, Staircase noise, Corner outliers 등으로 구별하여 생각할 수 있다. 이 중 corner outlier 는 영상의 블록 경계가 교차하는 지점에 위치한 화소값이 주위 화소값들과 매우 큰 차이를 보이는 것을 말한다. 이에 대한 예를 그림 1에 나타내었다.

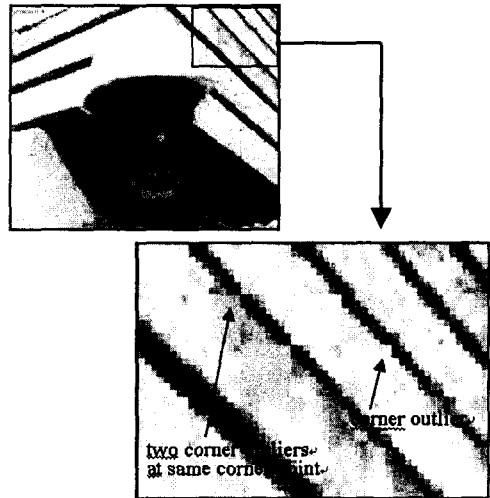


그림 1 실제 Corner outlier 의 발생 예

### I. 서론

JPEG, H.263, MPEG-4 와 같은 대부분의 정지 영상 및 동영상의 부호화 과정에서는 영상을 특정 크기의 블록으로 나누어서 이산여현변환 (Discrete Cosine Transform : DCT)과 양자화 (Quantization) 시킨다. 이로 인해 복호화된 영상에서는 부호화 시 나눈 블록 단위로 서로 다른 특성이 나타나고 이것은 시각적으로 재생 영상이 격자화 되게 한다. 또 이런 현상은 저 비트율로

그림 2에서 A, B, C 블록들은 영상 경계를 포함하고 있다. B, C 블록은 영상 경계가 많은 부분을 차지하고 있지만, A 블록은 영상 경계 중 블록 경계 교차 지점에 위치한 A<sub>1</sub> 화소만을 포함하고 있다. 부호화기는 영상을

\*본 논문은 2003년도 산업기반 기술개발사업(NIPC) 연구비 지원에 의한 것임.

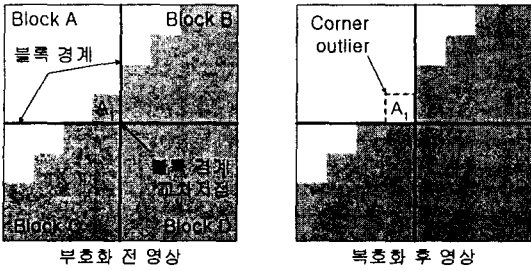


그림 2 Corner outlier

8x8 과 같이 일정한 크기의 블록으로 나뉘서 이산여현 변환을 수행하게 된다. 이때 A 블록의  $A_1$  화소를 제외한 영역이 매우 평탄한 영상이라면 DCT 의 AC 계수들은 대부분  $A_1$  화소를 나타내며 작은 크기의 값이 된다. 일반적인 저 비트율 영상 압축의 경우 양자화를 수행하게 되는데, 이와 같은 경우 위의 AC 계수들은 대부분 작은 값이기 때문에 0 으로 양자화 되어 부호화 된다. 결국 A 블록에서 영상 경계를 나타내어야 하는  $A_1$  화소는 그 AC 계수들을 잃어버려 복호화 될 수 없다. 이와 같은 과정으로 Corner outlier 가 발생하게 된다. 또 이 영역을 참조하는 이후 화면간 부호화 영상으로 Corner outlier 가 전달되며, 발생 위치가 블록 경계 교차 지점으로 한정 되지 않으므로 검출과 제거가 매우 어렵다.

일반적인 블록화 현상 제거 필터의 경우 영상 경계의 화질 열화를 막기위해 일정 크기 이상의 화소값 차이가 나는 블록 경계는 필터링을 수행하지 않는다. 이로 인해 Corner outlier 는 이러한 필터에 의해서도 제거 되지 않는다. 그러므로 Corner outlier 를 제거하기 위한 필터가 필요하다.

그림 1 과 같이 Corner outlier 는 Grid noise 와 같이 주관적 화질에 심각한 영향을 미치지만 발생 영역이 매우 한정적이기 때문에 제거 후에도 객관적 화질 측면에서 많은 이득을 기대할 수 없다. 이로 인해 Corner outlier 에 대한 연구가 활발히 이루어지지 않았다.

이에 대한 지금까지의 해결책들은[1,2,3] 후처리 방식으로 Corner Outlier 를 보상하는 것이었다. 그러나 이러한 기존 방법들은 하나의 블록 경계 교차 지점에서 하나의 Corner outlier 만을 보상할 수 있으며 보상과정에서 HR 필터를 사용하여 한 화소의 보상과정에서 오류가 발생하면 주위 화소로 오류가 전달될 수 있는 단점이 있다. 본 논문은 후처리 방식으로써 위에 설명한 문제점을 해결하고 간단한 보상 필터를 적용한 방법을

제안한다.

## II. 제안된 후처리 방법

제안한 방법은 블록 경계 교차 지점에서 corner outlier 를 검출하는 단계와 검출된 corner outlier 를 보상하는 단계로 나누어 진다.

### 2.1 Corner outlier 검출 방법

corner outlier 가 발생한 블록은 앞에 기술한 것과 같이 두 가지 특징을 가진다.

- ① 블록 경계를 사이로 인접한 블록과 화소값의 차이가 크다.
- ② 매우 평탄한 영역이다.

본 검출 방법은 이와 같은 두 가지 특징을 이용하여, 블록 교차 지점을 중심으로 대각선 방향으로 발생한 Corner outlier 를 검출한다.

Block A		$A_6$	$B_6$		Block B		
		$A_4$	$A_3$	$B_3$	$B_4$		
$A_7$	$A_5$	$A_2$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$B_5$	$B_7$
$C_7$	$C_5$	$C_2$	$C_1$	$D_1$	$D_2$	$D_5$	$D_7$
		$C_4$	$C_3$	$D_3$	$D_4$		
			$C_6$	$D_6$			
Block C		$C_8$	$D_8$			Block D	

그림 3 블록 경계 교차 지점의 화소 위치

Corner outlier 의 첫번째 특성을 검출에 이용하기 위해 각 블록 모서리 부근의 네 화소의 평균을 계산하여 이 블록을 대표하는 값으로 정하고, 검출 대상 블록의 수직, 수평 방향 블록과 평균값의 차이를 계산 했을 때, 두 차이 값이 모두 특정 경계값 이상일 경우 첫번째 특성을 만족한 것으로 결정한다. 이때 네 화소의 평균을 구하기 때문에 매우 복잡한 영상 영역에서 검출 에러가 일어나는 것을 방지할 수 있다. 위 과정을 A 블록의 예로 나타내면 아래와 같다.

$$A_{AVG} = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4) // 4$$

$$B_{AVG} = (B_1 + B_2 + B_3 + B_4) // 4$$

$$C_{AVG} = (C_1 + C_2 + C_3 + C_4) // 4$$

$$|A_{AVG} - B_{AVG}| > 2QP \ \&\& \ |A_{AVG} - C_{AVG}| > 2QP \quad (1)$$

이 과정에서 사용된 경계값은 2QP이다. QP는 양자화 매개 변수(Quantization Parameter)를 나타낸다.

두 개의 Corner outlier가 하나의 블록 경계 교차 지점에서 발생하면 두 Corner outlier는 대각선 방향으로 위치하게 된다. 수직이나 수평으로 접한 블록과 함께 Corner outlier가 발생할 수는 없기 때문이다. 제안한 방법은 검출 기준이 되는 주위 블록을 수직과 수평으로 접한 블록으로 사용하기 때문에 하나의 검출 조건으로 두 블록의 Corner outlier를 모두 검출할 수 있다.

두번째 특성을 검출에 이용하기 위해서 각 블록의 평탄화 정도를 계산하여 그 값이 특정 경계값 이하인 블록을 찾는다. 이를 A 블록의 예로 나타내면 다음과 같다.

$$A_{complex} = |A_1 - A_2| + |A_1 - A_3| + |A_1 - A_4| + |A_1 - A_5| + |A_1 - A_6|$$

$$A_{complex} \leq QP \quad (2)$$

이 과정에서는 경계값으로 QP를 사용한다. 이와 같은 방식으로 각 블록 경계 교차 지점에 대해 검출과정을 수행하고 식(1), (2)를 모두 만족하는 블록을 Corner outlier가 발생한 블록으로 결정한다.

### 2.2 검출된 corner outlier 보상 방법

위 방식으로 Corner outlier를 검출한 후, 주위 블록의 영상 경계 화소값을 이용하여 보상을 수행한다. 이를 위해 매우 간단한 필터를 제안한다. 이 필터는 Corner outlier로 검출된 영역을 주위 블록의 화소를 이용하여 보상한다. 이때 Corner outlier가 발생한 지점은 영상 경계가 불연속을 나타내므로 주위 블록 영상의 방향성을 고려하여 필터링하는 것이 합리적이지만 많은 연산을 필요로 하기 때문에 필터의 복잡도를 줄이기 위해서 영상 경계의 방향을 대각선으로 가정한다. 이 가정은 블록 경계 교차 지점에서 수직과 수평의 영상 경계에서 발생된 Corner outlier보다 대각선 방향의 영상 경계에서 발생된 Corner outlier가 시각적으로 더 잘 인식된다는 점과 한정된 필터 복잡도만으로 최대의 효율을 높인다는 점에서 유용하다.

제안한 필터를 A 블록에 적용한 수식은 아래와 같다.

$$A_1' = (2A_1 + 2C_1 + 2B_1 + C_2 + B_3) // 8$$

$$A_2' = (2A_2 + C_2 + C_3) // 4$$

$$A_3' = (2A_3 + B_3 + B_6) // 4$$

$$A_4' = (2A_4 + 2C_2 + 2C_3 + B_3 + B_6) // 8$$

$$A_5' = (2A_5 + C_3 + C_7) // 4$$

$$A_6' = (2A_6 + B_6 + B_8) // 4$$

위의 필터링 방식은 한 화소의 필터링이 주위 화소의 필터링에 영향을 미치지 않기 때문에 오류의 전달이 없다.

## III. 실험 결과

제안한 Corner outlier 제거 방법의 성능을 평가하기 위해 MPEG-4 SP(Simple profile)를 수정하여 사용하였고 실험 동영상으로 Foreman, Hall monitor를 이용하였다. 각 sequence는 QCIF format(frame size 176x144), YUV 4:2:0이며, 각각 300 프레임이다.

표 1. Foreman

PSNR[dB]		QP				
		13	17	19	21	25
Y	Recon.	32.69	30.06	29.43	28.88	27.95
	Proposed	31.66	30.08	29.46	28.91	27.99
Cb	Recon.	38.04	37.25	36.98	36.77	36.43
	Proposed	38.04	37.25	36.98	36.77	36.42
Cr	Recon.	38.26	37.30	36.94	36.48	35.79
	Proposed	38.25	37.29	36.94	36.47	35.79

표 2. Hall Monitor

PSNR[dB]		QP				
		13	17	19	21	25
Y	Recon.	32.27	30.52	29.82	29.21	28.12
	Proposed	32.29	30.56	29.83	29.22	28.13
Cb	Recon.	37.20	36.49	36.20	35.92	35.60
	Proposed	37.20	36.49	36.20	35.92	35.60
Cr	Recon.	39.96	39.75	39.70	39.61	39.46
	Proposed	39.96	39.75	39.70	39.62	39.46

다른 후처리 기법의 영향을 배제하기 위해 MPEG-4 비디오 참조 코덱내의 복호기 후처리 기법은 사용하지 않았고 모든 프레임은 화면내 부호화 방식으로 부호화 하였다. 표 1과 2는 각각 foreman과 Hall Monitor sequence에 대한 실험 결과이다. 전술한 바와 같이 Corner outlier가 발생된 영역이 전체 영상에 비해 매우



그림 3 원본 실험 동영상



그림 4 MPEG-4 SP 복호화 영상 부분



그림 5 제안된 후처리 기법 적용 후

한정적으로 제안된 방법을 적용한 후에도 PSNR은 거의 변화가 없다. 하지만 그림 5에서와 같이 주관적 화질 측면에서 많은 이득을 확인할 수 있다.

#### IV. 결론

대부분의 영상 압축 방식은 주관적 화질을 저하시키는 corner outlier를 발생 시킨다. 제안된 후처리 방식은 먼저 corner outlier가 발생한 위치를 찾고 이후 이를

보상하는 필터를 적용한다. 비록 이 알고리즘이 PSNR 측면에서 많은 이득을 보장하지는 않지만 복호화 된 영상의 주관적 화질에 많은 이득을 준다. 제안된 방법은 후처리 기법을 사용하여 화면내 부호화 영상에서만 그 성능이 보장된다.

향후 순환 여과기 기법(Loop-filtering)에 적용하면 화면간 부호화 영상에서도 효율을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

#### 참고문헌

- [1] Y. L. LEE, H. C. Kim, and H. W. Park, "Blocking Effect Reduction of JPEG Image by Signal Adaptive Filtering", IEEE transaction on image processing, Vol. 7, NO. 2, pp.229-234, Feb. 1998.
- [2] Hyun Wook Park and Yung Lyul Lee, "A Postprocessing Method for Reducing Quantization Effects in Low Bit-Rate Moving Picture Coding", IEEE transaction on circuits and system for video technology, Vol. 9, NO. 1, pp.161-171, Feb. 1999.
- [3] Olga Radovsky and Moshe Israeli, "Adaptive Deblocking of Block-transform Compressed Images Using Blending-Functions Approximation", IEEE International Conference on Image Processing, Sep. 2003.
- [4] B. Jeon, et al, "Blocking Artifacts Reduction in Image Coding Based on Minimum Block Discontinuity Criterion", IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 8, NO. 3, pp. 345-357, June, 1998.