

감성적 화질 개선을 위한 영상의 블록현상 제거 기법*

*이상우 **박상주

홍익대학교

*klassesw@mail.hongik.ac.kr

Human sensibility ergonomic postprocessing technique reducing blocking artifacts in block transform coded video

*Sangwoo Lee **Sang Ju Park

Hongik University

요 약

한정된 네트워크 대역폭을 가진 현재의 인터넷에서 영상의 품질을 향상시키기 위해 영상의 비트율을 높이는 것은 비용 등 여러 가지 문제로 인해 현실적으로 많은 어려움이 있다. 따라서 비록 충분하지 못한 비트율의 영상을 전송받더라도 전송받은 영상의 화질을 높이는 연구가 다양한 방법으로 진행되고 있다. 영상의 화질을 향상시키는 많은 방법 중 후처리 기법은 이러한 잡음을 효과적으로 제거 할 수 있으면서 동영상 압축 표준 복호기를 수정할 필요가 없기 때문에 좋은 해결책이 된다. 동영상의 압축 과정에서 낮은 비트율로 인해 발생하는 화질 열화 현상 중에 쉽게 완화 할 수 있고, 영상의 질이 비용 대비 높은 효율로 좋아지는 대표적인 현상이 블록화 현상이다. 일반적으로 블록화 현상은 영상의 고주파대역에서 나타나므로 본 논문에서 영상의 고주파 성분과 블록화 현상을 구분하기 위해 Sobel 마스크를 사용한다. 구분된 블록화 현상이 발생한 매크로블록의 양쪽 경계면에 4-tap 저주파 통과 필터를 사용하여 블록화 현상을 효과적으로 완화할 수 있다. 개선된 영상의 화질 평가 기법으로 신호처리 분야에서 많이 사용되는 객관적인 지표인 PSNR에 의한 평가와 함께 실제 인간의 시각을 기준으로 주관적이고 감성적인 관찰에 의한 평가를 함께 수행한다.

1. 서론

최근 IT 산업의 큰 화두는 인간의 감성을 자극하는 제품이다. 이 정보 디스플레이 산업은 그 동안의 화면크기, 명암비, 응답속도 등 디스플레이 하드웨어의 양적인 발전에 치중하였지만, 최근에는 인간의 감성을 자극하는 제품을 개발하기 위해 많은 연구와 개발이 이루어지고 있다. 감성형 디스플레이 제품의 개발은 디스플레이 기기의 디자인의 변화와 더불어 화질에서도 실제 인간의 시각을 기준으로 시청환경 또는 시청하는 방송의 프로그램 내용에 따라 기기자체에서 화면의 밝기, 명암비 등 색감을 변화시키는 요소를 바꾸어 주는 제품이 개발되고 있다. 감성형 디스플레이 개발을 위해 이러한 디자인의 변화, 색감 향상 기술과 함께 동영상 압축기법의 한계로 인해 발생하는 여러 가지 잡음 [1]을 제거할 수 있다면 시청자가 느끼는 화질의 향상을 극대화 할 수 있다.

영상 압축에서 사용되는 블록 변환 부호화는 높은 압축 효율을 얻기 위해 널리 사용되는 기법이다. 블록 변환 부호화는 영상을 블록 단위로 각각 나누어 처리하므로 필연적으로 복원된 영상에 블록과 블록 경계사이의 정보가 손실되어 블록 경계면에서 연속성이 상실된다. 이러한 현상은 일반적으로 낮은 비트율로 압축한 영상에서 많이 발견 되지만 높은 비트율의 동영상에도 화면이 빠르게 변화하거나 밝기가 심하게 변화하는 경우에도 발생한다.

화질의 개선을 위해 블록화 현상을 효과적으로 제거하기 위한 연구와 방법이 다양하게 진행되었으며 연구의 방향은 크게 전처리 기법과 후처리 기법으로 나누어진다. 전처리 기법은 부호화 과정 중에 블록화 현상 제거 기법이 수행되는 경우를 말하고 대표적으로 H.264/AVC [2]에 사용되었다 [3]. 후처리 기법은 복호화가 끝난 후에 복원된 영상에서 블록화 현상을 제거하는 기법이다 [4, 5, 6]. 위 두 부류에 속하지 않

* 본 논문은 서울시 전략사업 혁신 클러스터 육성 지원사업에 의하여 지원되었음

는 기법으로 복호화가 끝난 영상에 제거기법을 적용 하지만 부호화된 영상의 DCT 계수 등의 정보를 이용하는 기법이 있다 [7].

본 연구에서 제안하는 기법은 후처리 기법에 속하며 압축 비트율에 상관없이 발생한 블록화 현상을 효과적으로 제거하는데 중점을 둔다. 제안하는 기법을 적용하여 개선된 영상의 화질 평가 방법으로 두 가지를 사용한다. 첫 번째로 객관적인 화질 평가를 위해 객관적인 지표인 PSNR에 의한 평가를 수행한다. PSNR이 높은 복원영상이 감성화질 면에서도 화질이 좋다고 볼 수 없는 한계가 있고, 감성형 디스플레이의 개발이 실제 인간의 눈을 평가 기준으로 추구하므로 두 번째 평가 방법으로 설문조사 등의 방법을 통해 실제 인간의 시각을 기준으로 주관적이고 감성적인 관찰에 의한 평가를 수행한다 [8].

2. 제안하는 디블록킹(Deblocking) 기법

일반적으로 대부분의 블록화 현상은 영상의 고주파 영역에서 나타나므로 최종 재생 영상 전체에 저역 통과 필터를 적용하면 대부분의 블록화 현상을 제거할 수 있다. 하지만 이런 방법의 문제는 블록화 현상이 포함된 매크로 블록과 그렇지 않은 매크로 블록까지 모두 필터가 적용되어 영상의 중요한 고주파 성분까지 사라진다는 것이다. 따라서 블록화 현상 제거 기법에는 블록화 현상이 발생한 매크로블록 경계와 실제 보존 되어야 할 매크로블록 경계를 구별하는 것이 매우 중요하다.

본 논문에서 제안 하는 방법은 다음과 같다. 먼저 원 영상을 Sobel 마스크 연산을 블록 경계면에 적용하여 영상의 밝기가 급격하게 변화하는 고주파 영역을 찾는다 (그림 1).

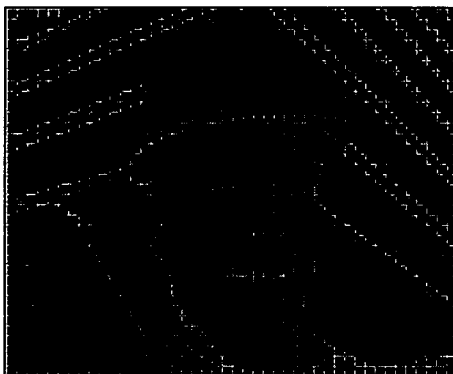
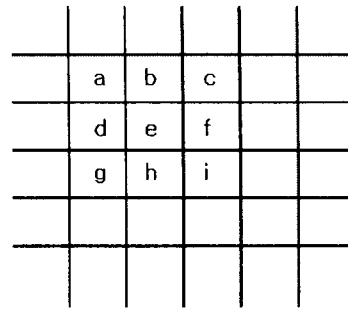


그림 1. 고주파 성분이 존재하는 매크로블록을 검출한 프레임

2차원 영상에서의 마스크 연산은 그림 2와 식 1로

이루어진다. 그림 2의 입력 영상의 9개 화소값을 이용하여 수직 수평 마스크 연산을 통해서 각각 v 와 h 를 구한 뒤 둘의 평균값을 취한다.



(a) 입력영상의 화소

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

(b) 수직 Sobel 마스크

(c) 수평 Sobel 마스크

그림 2. 2차원 마스크연산

$$v = a \times 1 + b \times 0 + c \times -1 + d \times 2 + e \times 0 + f \times (-2) + g \times 1 + h \times 0 + i \times (-1) \quad (1)$$

$$h = a \times 1 + b \times 2 + c \times 1 + d \times 0 + e \times 0 + f \times 0 + g \times (-1) + h \times (-2) + i \times (-1)$$

이 값은 바로 입력 영상의 9개 화소의 고주파 성분의 세기라 할 수 있고 위치는 e 의 자리이다. 이후 마스크를 왼쪽에서 오른쪽으로 한 화소 이동시켜서 모든 화소의 edge 성분값을 구한다.

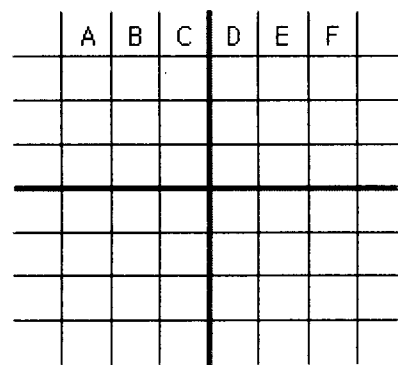


그림 3. 매크로블록 경계와 주변 화소

$$\begin{aligned} B &= (A \times 0.8 + B + C + D \times 0.8) / 3.6 \\ C &= (B \times 0.8 + C + D + E \times 0.8) / 3.6 \\ D &= (E \times 0.8 + D + C + A \times 0.8) / 3.6 \\ E &= (F \times 0.8 + E + D + C \times 0.8) / 3.6 \end{aligned} \quad (2)$$

본 논문에서는 불필요한 계산을 줄이기 위해 전체

화소에 대해서 edge 성분을 구하지 않고 매크로블록 경계의 주변 2화소에서만 (그림 3의 C와 D위치) 구하였다. 매크로 블록 경계면에 블록화 현상이 발생하였다면 비슷한 밝기를 가진 edge 성분의 화소가 여러 번 연속적으로 반복될 것이므로 그림 1에서 두 개의 임계값 T_1 , T_2 사이의 밝기를 갖고 연속적으로 r번 존재하는 매크로 블록 경계면을 찾으면 그 곳이 블록화 현상이 발생한 매크로 블록 경계면이라 할 수 있다. 여기서 r은 동영상의 특성에 따라서 조절하여 블록화 현상 제거 기법의 성능을 조절할 수 있고, 두 개의 임계값은 영상의 히스토그램을 이용하여 찾는다. 최종적으로 위 과정에서 찾아낸 블록경계 주변의 두 화소에 4-tap 저역통과 필터를 적용한다. 각 화소에 적용되는 필터는 그림 3과 식 (2)와 같다. A, B, C, D, E, F는 블록 경계면 주변의 화소들을 의미한다. 그림과 수식은 X축만 표현하였지만 Y축에도 같은 방법으로 저역 통과 필터를 적용한다. 본 논문에서 제안하는 블록화 현상 제거 기법을 블록 다이어그램으로 표시하면 그림 6과 같다.

3. 모의실험 및 결과

본 장에서는 제안한 알고리즘의 성능을 살펴본다. 1996년에 발표된 MPEG2 MSSG [9] Version 1.2 부호기와 복호기를 이용하여 각 동영상별로 적절한 비트율에 못 미치는 비트율을 강제로 부호기에 할당하여 블록현상이 눈에 띄게 발생하는 실험 영상을 만들었다. 모의실험에 사용한 동영상은 CIF (352×288) 크기의 foreman, container, coastguard [10]이다. 기존의 참고문헌 [3, 4, 5, 6, 7]의 경우 블록화현상 제거 기법을 흑백영상에 적용하고 컬러영상의 경우는 모의실험을 하지 않았다. 본 논문의 경우 YUV 형식 동영상의 Y 성분에만 제안한 블록화 현상 제거 기법을 적용하고 UV 성분은 블록화현상이 발생한 채로 두었다.

그림 4에 낮은 비트율 압축으로 인하여 발생한 블록화 현상과, 그림 5에 제안한 블록화 현상 제거 기법으로 블록화 현상을 완화시킨 foreman 동영상의 한 장면을 보였다. 또한 표 1에 각 동영상 별 PSNR과 설문조사에 의한 제안한 기법의 성능을 평가한 결과를 보였다. 설문조사 인원은 홍익대학교 전자공학과 대학원 남자 16명 여자 4명으로 총 20명이다. 설문조사 환경은 암실에 동일한 사양의 PC와 19인치 LCD에 원본 영상과 압축하여 블록화 현상이 발생한 영상, 원본 영상과 본 기법을 적용한 영상을 차례로 보이고 10점 만점에 개인별로 점수를 채점하고 최대, 최소 점수를 제하고 18명의 점수의 평균값을 취하였다.

동영상	PSNR		설문점수	
	처리전	처리후	처리전	처리후
container	33.71	32.16	7.8	8.6
foreman	32.89	31.76	7.1	8.9
coastguard	31.28	30.03	7.3	7.9

표 1. 동영상별 PSNR과 설문조사 점수



그림 4. 블록화현상이 제거된 화면



그림 5. 블록현상이 발생한 화면

4. 결론 및 향후 과제

3개의 동영상에 제안한 블록화 현상 제거 기법을 적용하여 블록화 현상은 대폭 제거되었으나, 화면 전체의 선명도가 떨어지는 문제가 있고 블록화 현상의 제거가 필요하지 않은 매크로블록 경계에도 필터가 적용되는 문제가 있어 이 부분에 대한 보완 대책이 필요하다. 따라서 앞으로 더 세밀한 블록 검출 알고리즘을 통해 블록화 현상과 실제 edge 성분을 명확하게 구분하여 영상을 블록화 현상만이 존재하는 영역, 블록화 현상과 실제 edge가 동시에 존재하는 영역, 실제 edge만 존재하는 영역 등 3부분으로 세밀하게 구분하는 검출 알고리즘의 연구가 필요하다.

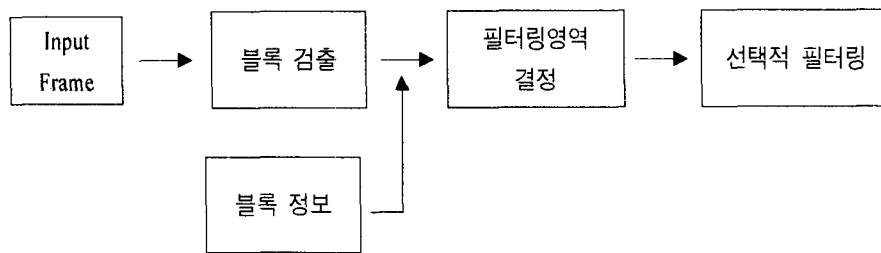


그림 6. 제안한 알고리즘의 블록 다이어그램

또한 저역 통과 필터도 위 과정에서 구분된 영역과 블록화 현상의 강도에 따라 여러 종류를 사용하면 더 좋은 화질을 구현할 수 있게 될 것이다. 모의실험의 결과에서 YUV 컬러 영상의 경우 YUV 3가지 성분 모두에 제거 기법을 적용하지 않고 Y 성분에만 블록화 현상 제거 기법을 적용하여도 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그렇지만 남아있는 UV 성분에도 블록화 현상이 남아있고 이 경우 UV성분에 기존의 블록화 현상 제거 기법을 사용하면 영상의 색상이 바뀌는 문제가 있다. 따라서 효과적인 감성 화질의 개선을 위해 UV 컬러성분 또는 RGB 컬러영상의 색상의 변화를 고려한 블록화 현상의 제거 기법의 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Mei-Yin Shen and C.-C. Jay Kuo, "Review of Postprocessing Techniques for Compression Artifact Removal", Journal of Visual Communication and Image Representation Vol. 9, No. 1, March, pp. 2-14, 1998.
- [2] JVT G050r1, Draft ITU-T recommendation and final draft international standard of joint video specification (ITU-T Rec. H.264/ISO/IEC 14496-10 AVC), May 2003.
- [3] Peter List, Anthony Joch, Jani Lainema, Gisle Bjøntegaard and Marta Karczewicz, "Adaptive Deblocking Filter", IEEE Trans. on Circuits Syst. Video Tech. VOL. 13, NO. 7, JULY 2003.
- [4] Shen-Chuan Tai, Yen-Yu Chen and Shin-Feng Sheu, "Deblocking Filter for Low Bit Rate MPEG-4 Video", IEEE Trans. on Circuits Syst. Video Tech. VOL. 15, NO. 6, JUNE 2005.
- [5] Sung Deuk Kim, Jaeyoun Yi, Hyun Mun Kim and Jong Beom Ra, "A Deblocking Filter with Two Separate Modes in Block-Based Video Coding", IEEE Trans. on Circuits Syst. Video Tech. VOL. 9, NO. 1, FEB 1999.
- [6] Goo-Rak Kwon, Hyo-Kak Kim, Yoon Kim and Sung-Jea Ko, "An Efficient POCS-based Post-processing Technique Using Wavelet Transform in HDTV", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 51, No. 4, NOV 2005.
- [7] Jeonghun Yang, Hyuk Choi and Taejeong Kim, "Noise Estimation for Blocking Artifacts Reduction in DCT Coded Images", IEEE Trans. on Circuits Syst. Video Tech. VOL. 10, NO. 7, OCT 2000.
- [8] Hisashi Oguro, Sumei Guo, "Examination of the Images Effective Color Production By the Kansei Evaluation", ITC-CSCC 2006.
- [9] MPEG2 encoder, decoder Version 1.2, July 19, 1996 downloaded from MPEG Software Simulation Group <http://www.mpeg.org/MSSG/> or <ftp://ftp.mpeg.org/pub/mpeg/mssg/>
- [10] Test sequence downloaded from Xiph <http://media.xiph.org/video/derf/>