

모바일 환경에서의 실시간 블록화 현상 제거를 위한 후처리 기법

박대현, 유재욱, 이강희, 김윤
 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

A Post-processing for the Reduction of Blocking Artifact in Mobile Environment

Dae-Hyun Park, Jea-Wook Yoo, Kang-Hee Lee, Yoon Kim
 Program of Computer and Communications Engineering, Kangwon National University

Abstract - 본 논문에서는 제한적인 자원이 할당된 모바일 환경에서 블록 기원의 압축방식을 사용하여 영상을 복원할 때에 나타나는 블록화 현상을 제거하기 위해 효율적인 실시간 후처리 기법을 제안한다. 제안하는 후처리 기법은 영상에 존재하는 블록화 현상으로 인해 나타나는 다양한 인공물에 대해 디블록킹 필터링과 방향성 필터링을 적용하여 효율적으로 블록화 현상을 제거한다. 후처리 과정 중 영상에 존재하는 고유의 고주파 성분과 인공물로 인한 고주파 성분을 구분하여, 필터링 과정으로 고유의 고주파 성분이 함께 제거되지 않도록 보호해준다. 다양한 영상을 통해 본 논문에서 제안한 후처리 기법과 기존에 알려진 후처리 기법들을 비교하는 실험을 하였고, 도출된 실험 결과를 객관적인 지표로 제시하여 제안하는 기법의 우수함을 입증하였다.

1. 서 론

최근 모바일 정보통신 기술의 급진적인 발전으로 모바일 멀티미디어 기기의 수요가 계속 증가하고 있다. 이러한 모바일 멀티미디어 기기에서 이용되는 멀티미디어 가운데 영상을 활용한 멀티미디어가 많은 비중을 차지한다. 압축되지 않은 영상은 많은 정보량을 가지므로 모바일 환경의 네트워크 대역폭을 고려한 실질적인 서비스를 위해서는 반드시 압축되어야 한다. 영상 압축에 널리 쓰이는 JPEG, H.261, H.263, MPEG-1, 2, 4와 같은 영상 및 비디오 압축의 국제표준은 대부분 블록기반의 DCT(discrete cosine transform)와 양자화를 기반으로 부호화된다[1,2,3,4,5,6]. 이러한 국제표준을 사용하는 부호화는 부호화된 공간을 블록 단위로 나누어 DCT와 양자화를 수행하기 때문에 인접한 블록들과 불연속성이 나타나며, 낮은 비트율이 제공되는 제한적인 환경이나 높은 압축률을 기대해야 하는 상황에서는 현저하게 불연속성이 나타나는 화질 열화가 발생한다. 불연속성으로 발생한 화질 열화를 블록화 현상(blocking artifact)이라고 한다. 블록화 현상을 제거하기 위한 방법으로는 필터링 방식의 저주파 필터(low-pass filter)를 적용하여 고주파 성분을 제거할 수 있지만, 영상 고유의 고주파 성분도 함께 사라지는 문제점이 있다. 다른 방법으로 블록간의 경계와 인접한 화소를 고려하여 영상의 특성이 반영된 적절한 필터 적용, DCT 영역에서 필터를 적용하는 방법 등의 필터링 방법과 조건부 최소 자승법(constrained least square) 또는 사전 지식(prior knowledge)을 필요로 하는 MAP(maximum a posteriori), 복호화기에서 참조되는 양자화 정보를 필요로 하는 POCS(projection onto convex sets)을 사용하여 원(original) 영상에 근접하는 영상으로 복원해가는 방법이 제안되었다[7,8,9,10,11,12,13].

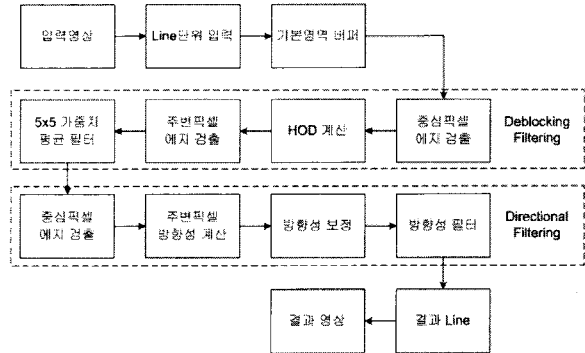
본 논문에서는 제한적인 자원이 할당되는 모바일 환경에서 부가적인 정보를 필요로 하지 않고 복호화에 독립적이며, 실시간으로 블록화 현상을 제거하기 위한 후처리 기법을 제안한다. 제안하는 후처리 기법은 블록화 현상으로 발생하는 다양한 인공물(grid 잡음, ringing 잡음, staircase 잡음)을 디블록킹 필터링과 방향성 필터링 과정을 통해 효과적으로 제거한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 제안한 알고리즘의 기술을 하고, 3장에서는 제안한 알고리즘을 기존의 유사한 알고리즘들과 비교하는 실험을 한다. 최종적으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. 제안한 알고리즘

본 장에서는 영상에 존재하는 블록현상 및 인공물을 제거하기 위해 디블록킹 필터링과 방향성 필터링을 사용한 블록화 현상 제거 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 블록단위의 DCT를 사용하여 발생한 블록화 현상이 존재하는 영상에 대해 순차적으로 2단계의 필터를 적용하여 다양한 인공물을 제거한다. 알고리즘은 모바일기기를 고려하여 개발되었으며, 영상의 전체를 저장하고 처리하기에는 메모리자원이 제한적이다. 따라서 영상을 라인(line)단위로 입력을 받아 영상의 일부만을 저장하고 처리하는 방법을 사용한다. 알고리즘의 전체과정은 그림 1의 시스템으로 구성한다. 블록현상이 존재하는 입력영상을 라인단위로 읽어 처리의 기본영역이 되는 크기를 블록현상 제거를 진행할 퍼피에 저장한다. 퍼피에 저장된 최초의 기본영역은 한 라인의 블록현상을 제거하기 위해 필요한 참조픽셀이고, 한 라인을 처리한 후에 그 공간에 새로운 한 라인을 입력받는 과정을 반복하여 수행된다.

* 본 논문은 2008년 삼성전자 정보통신연구소의 지원으로 수행되었음
 * 본 논문은 2008년 (주)자람테크놀로지사의 지원으로 수행되었음



〈그림 1〉 제안하는 알고리즘의 전체 시스템.

2.1 디블록킹 필터링(Deblocking Filtering)

디블록킹 필터링은 중심픽셀 에지 검출, HOD(Histogram of Difference) 계산, 주변픽셀 에지 검출, 5x5 가중치 평균 필터 과정으로 나뉜다.

$$SC(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 [f(x+i-1, y+j-1) - SobelX(i, j)] + \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 [f(x+i-1, y+j-1) - SobelY(i, j)]. \quad (1)$$

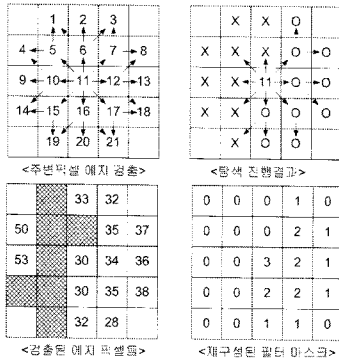
식 (1)의 $SobelX(i, j)$, $SobelY(i, j)$ 는 각 방향에 대한 소벨 마스크이고, $SC(x, y)$ 는 소벨계수를 나타낸다. 에지 검출은 식 (1)의 3x3 소벨마스크를 사용하며, 구한 소벨계수는 영상에 고유하게 존재하는 에지와 블록현상으로 발생한 고주파 성분을 구분하기 위해 적절한 문턱값(threshold)으로 에지 여부가 판단된다. 검출된 에지가 아닌 픽셀의 경우 해당픽셀을 중심픽셀로 해서 5x5크기의 주변 픽셀의 HOD를 구한다. 여기서 5x5크기의 모서리에 있는 픽셀은 연관성(correlation)이 적어 사용하지 않는다. HOD를 구하는 과정은 아래의 식 (2)와 같이 표현된다.

$$D1 = f(i, j-1) - f(i, j), \\ D2 = f(i-1, j) - f(i, j), \\ HOD(k) = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 D1 + \sum_{j=1}^5 \sum_{i=1}^5 D2, (k = D1 + D2) \quad (2)$$

식 (2)의 $HOD(k)$ 는 각 방향의 차이를 더한 k 를 인수로 가지는 히스토그램을 나타낸다. HOD를 통해 해당영역이 얼마나 평탄한가를 판단하며, 평탄한 영역은 복잡한 영역에서보다 블록현상에 대해 인지가 높은 특성이 있으므로 평탄한 영역에서만 디블록킹 필터링을 수행하기 위해 flatness라는 개념을 도입한다. flatness는 $HOD(k)$ 의 k 가 0~3일 때에 가지는 값의 합을 의미하며, 이 값이 문턱값이상인 경우 평탄한 영역으로 판단한다. 평탄하다고 판단된 영역은 다음 진행과정인 주변픽셀 에지 검출을 수행한다. 주변픽셀 에지 검출은 중심픽셀을 제외한 HOD에서 참조된 픽셀들에 대해 에지 검출을 하는 과정이다. 에지 검출은 앞선 중심픽셀이 수행한 에지 검출과 동일한 문턱값을 사용하여 수행된다. 그림 2에서 탐색 방향은 중심 픽셀을 시작으로 화살표방향으로 인접한 픽셀부터 에지의 여부를 판단하고, 인접한 픽셀이 에지가 아닐 경우 화살표의 방향으로 한번 더 진행하며 인접한 픽셀이 에지인 경우 더 이상 진행하지 않는다. 탐색을 통해 마스크가 재구성된 5x5 가중치 평균 필터는 그림 2와 같으며 해당 필터가 중심픽셀에 적용되어 grid 잡음 및 ringing 잡음을 제거하여 영상을 개선한다.

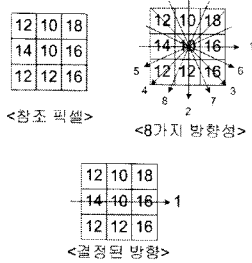
2.2 방향성 필터링(Directional Filtering)

방향성 필터링은 중심픽셀 에지 검출, 주변픽셀 방향성 계산, 방향성 보정, 방향성 필터로 나뉜다. 방향성 필터링은 에지 검출을 통해 에지에 해

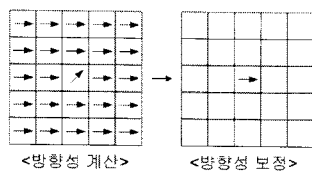


〈그림 2〉 필터 재구성 과정.

당되는 픽셀만을 선택하여 에지에 주로 발생하는 블록화 현상으로 인한 staircase 잡음을 제거하고 에지를 강화하기 위해 수행된다. 중심픽셀 에지 검출은 디블록킹 필터링에서 사용한 소벨마스크를 동일하게 사용하지만, 문턱값을 다르게 사용하여 수행한다. 에지 검출을 통해 구한 에지 픽셀을 중심픽셀로 5×5 크기의 주변픽셀에 대해 방향성을 계산한다. 에지로 판단된 중심픽셀만 방향성을 구하면 블록현상으로 인해 잘못된 방향이 나타날 수 있고, 이와 같은 경우 에지를 오히려 열화시키는 역효과가 나타난다. 따라서 연관성이 높은 주변픽셀의 방향성을 구하여, 중심픽셀의 방향성을 보정하는데 반영한다. 방향성을 찾는 과정은 각 픽셀에 대해 3×3 영역단위로 그림 3과 같이 중심픽셀을 둘러싸고 있는 인접한 8개의 픽셀을 참조하여 차이의 절대값이 가장 작은 방법으로 찾는다. 선택되는 방향성은 그림 3에서 표현되는 8가지의 방향중에 하나로 선택된다.



〈그림 3〉 방향성 결정.



〈그림 4〉 방향성 보정.

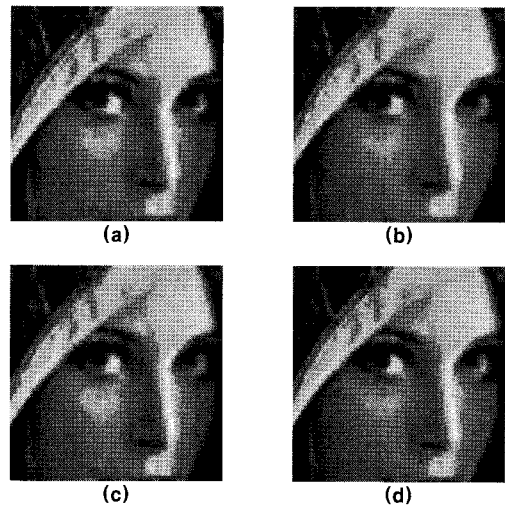
방향성 보정은 그림 4와 같이 중심픽셀의 방향성을 주변픽셀 방향성 계산에서 찾은 24개의 방향성중에 빈도가 가장 높은 방향성으로 바뀌준다. 올바른 방향으로 필터링을 적용하여 에지를 강화시킬 수 있으며, 에지방향으로 존재하는 staircase 잡음을 제거한다. 방향성 필터는 방향성을 구할 때 참조했던 동일한 위치의 픽셀을 사용하여 [1/4 1/2 1/4]필터를 적용한다.

3. 실험결과

본 논문에서는 제안하는 알고리즘의 성능 평가를 위해서 그림 1의 시스템을 구성하여 실험환경을 구축하였다. 실험 영상으로는 모바일 환경을 고려하여 낮은 비트율의 JPEG[1]으로 복호화된 블록화 현상을 가지는 "Lena", "Bridge", "Church", "Pepper"를 사용한다. 비교 대상으로는 제안한 알고리즘과 유사하게 부가적인 정보를 필요로 하지 않는 Reeve[7], Castagno[8]과 PSNR(peak to signal noise ratio)을 비교한 객관적 성능과 결과영상을

〈표 2〉 기존 알고리즘과 PSNR 비교.

	Lena	Bridge	Church	Peppers
JPEG	23.31	21.07	23.60	23.70
Reeves's	23.39	21.32	23.86	23.88
Castagno's	23.46	21.35	23.89	23.87
Proposed	23.86	21.93	24.21	24.18



〈그림 5〉 기존 알고리즘과 주관적 화질 비교.
(a) JPEG (b) Reeve (c) Castagno (d) Proposed

확대하여 주관적 화질을 평가하였다. 표 1은 PSNR을 통해 결과영상을 비교한 결과로 제안한 알고리즘이 기존 방법보다 우수함이 나타난다. 그림 5는 LENA 영상에 대해 결과 영상을 확대하여 알고리즘들의 차이를 명확하게 보여준다. 결과 영상에서 나타나듯 기존에 알고리즘에 비해 제안한 알고리즘을 적용하였을 경우 인공물이 효과적으로 제거됨을 확인할 수 있다.

본 실험결과를 통해 제안하는 블록화 현상 제거 알고리즘은 기존에 알려진 알고리즘보다 모든 영상에 대해 높은 PSNR값을 가지는 것을 알 수 있으며, 주관적 화질 측면에서도 우수한 성능을 나타냄을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서는 제한적인 자원이 할당되는 모바일 환경에서의 효율적인 블록화 현상 제거 알고리즘을 제안하였다. 입력영상을 처리할 때 라인단위의 입력을 사용하여 모바일환경에서 제한적인 메모리자원에 대해 고려하였으며, 2단계의 필터링 과정을 통해 블록기반의 DCT를 사용하여 생기는 블록화 현상의 인공물을 제거하였다. 알고리즘이 적용된 영상은 PSNR을 통해 객관적 성능 평가로 우수성을 입증하였고, 영상내에 존재하는 인공물이 제거되어 부드럽고 선명한 영상이 나타남을 주관적 화질비교를 통해 확인하였다.

참고 문헌

- [1] ISO/IEC/JTC1/SC1/WG8 JPEG technical specification, vol. revision 8, 1990.
- [2] K. R. Rao and J. J. Hwang, Techniques and standards for image, video and audio coding, prentice-Hall, Inc., 1996.
- [3] ITU-T, Video codec for audiovisual services at px64kbps, vol. Recommendation H.261, 1993.
- [4] ITU-T Recommendation H.263, "Video Coding for Low Bitrate Communication," Draft, May 1996.
- [5] ISO/IEC 13818-2, "Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Video," 1995.
- [6] ISO/IEC 14496-2, "Coding of Audio-Visual Objects" Visual," 1998.
- [7] H. C. Reeves and J. S. Lim, "Reduction of blocking effects in image coding," Opt. Eng. 23, pp. 34-37, 1984.
- [8] R. Castagno, S.Marsi, and G.Ramponi, "A simple algorithm for the reduction of blocking artifacts in images and its implementation," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol.44, no.3, pp.1062-1070, Aug. 1998.
- [9] R. L. Stevenson, "Reduction of coding artifacts in transform image coding," in Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, ICASSP-93, pp.401-404, vol.5, 1993.
- [10] Signal Processing, Minneapolis,MN, pp.401-404, Mar. 1993.
- [11] T. Ozcelik, J. C Brilean, and A. K. Katsaggelos, "Image and video compression algorithms based in recovery techniques using mean field annealing," Proc. IEEE, vol. 83, pp. 304-316, Feb. 1995.
- [12] Y. Kim, C. S. Park, S. J. Ko, "Fast POCS based post-processing technique for HDTV", IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 49, pp. 1438-1447, Nov. 2003.
- [13] R. Rosenholtz and A. Zakhor, "Iterative procedures for reduction of blocking effects in transform image coding," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol.2, pp. 91-95, Mar. 1992.