

모바일 환경에서 적응적인 필터링을 이용한 실시간 블록현상 제거 기법

유재욱[†] · 박대현[†] · 김 윤^{††}

요 약

본 논문에서는 제한적인 자원이 할당되는 모바일 단말에서 블록기반의 DCT를 사용하여 디코딩된 영상에서 발생하는 블록화현상을 효율적으로 제거하기 위한 실시간 후처리 기법을 제안한다. 영상의 에지를 최대한 보존하면서도 블록 현상을 효과적으로 제거하기 위하여 제안하는 알고리즘은 각 픽셀의 에지 검출을 통해 디블록킹 필터링 또는 방향성 필터링을 적용한다. 디블록킹 필터링을 적용할 픽셀이 다시 평탄한 영역에 속하는 지를 판별하고, 평탄한 영역에 속한 픽셀에 대해서 블록 현상을 없애기 위하여 적응적 마스크를 이용한 가중치 평균 필터를 사용한다. 한편, 방향성 필터링이 적용되는 픽셀에는 계단 잡음을 없애고 원 영상의 에지를 보존하기 위하여 에지의 방향성을 고려한 적응적 방향성 필터가 사용된다. 본 논문의 실험결과를 통해 기존의 방법들보다 PSNR 뿐만 아니라 주관적인 화질에서도 제안하는 방법이 우수한 결과를 나타냄을 입증한다.

주제어 : 블록화 현상 제거 기법, 디블록킹 필터, 방향성 필터

A Real Time Deblocking Technique Using Adaptive Filtering in a Mobile Environment

Jaewook Yoo[†] · DaeHyun Park[†] · Yoon Kim^{††}

ABSTRACT

In this paper, we propose a real time post-processing visual enhancement technique to reduce the blocking artifacts in block based DCT decoded image for mobile devices that have allocation of the restricted resource. In order to reduce the blocking artifacts effectively even while preserving the image edge to the utmost, the proposed algorithm uses the deblocking filtering or the directional filtering according to the edge detection of the each pixel. After it is discriminated that the pixel to apply the deblocking filtering belongs again to the monotonous area, the weighted average filter with the adaptive mask is applied for the pixel to remove the blocking artifacts. On the other hand, a new directional filter is utilized to get rid of staircase noise and preserve the original edge component. Experimental results show that the proposed algorithm produces better results than those of the conventional algorithms in both subjective and objective qualities.

Keywords : Post-processing, Blocking artifacts, Deblocking, Directional filter

[†] 정 회 원: 강원대학교 일반대학원 컴퓨터정보통신공학과
^{††} 종신회원: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 부교수(교신저자)
 논문접수: 2010년 6월 5일, 심사완료: 2010년 7월 11일

1. 서 론

최근 모바일 정보통신 기술의 급진적인 발전으로 모바일 멀티미디어 기기의 수요가 계속 증가하고 있다. 이러한 모바일 기기에서 이용되는 멀티미디어 가운데 영상을 활용한 콘텐츠가 많은 비중을 차지한다. 모바일 환경에서 압축되지 않은 영상은 많은 정보량을 가지므로 네트워크 대역폭을 고려한 실질적인 서비스를 위해서는 반드시 압축 기법을 사용하여 정보량을 줄여야 한다. 영상 압축에 널리 쓰이는 JPEG[1], H.261[2], H.263[3], MPEG-1, 2, 4[4], H.264[5]와 같은 영상 및 비디오 압축의 국제표준은 블록기반의 DCT(discrete cosine transform)와 양자화를 기반으로 부호화된다.

이러한 국제표준을 사용하는 부호화기는 부호화될 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. BDCT(Block based DCT) 복호 영상에 필연적으로 나타나는 이런 화질 열화를 통틀어 블록현상(blocking artifacts)[6]라고 하며, 특히 두 가지 주요한 결점을 보여준다. 그림 1에서 보는 바와 같이 하나는 영상의 변화가 없는 영역에서 나타나는 격자 잡음(grid noise)이고, 다른 하나는 에지에서 나타나는 계단 잡음(staircase noise)이다.



(a) 격자 잡음 (b) 계단 잡음
 <그림 1> JPEG 복호 영상의 블록 현상

블록 현상들은 사람의 시각 구조에 크게 관련되어 있다. 또한 공간 영역이나 주파수 영역에서 블록 현상을 분석하는 것은 매우 어려운 일이다.

그러나 블록 현상이 저주파 성분이 아닌 고주파 성분을 증가시킨다는 것은 널리 알려져 있다. 복호된 영상의 주파수 성분 중에서, 특정 주파수 이상의 고주파 성분은 블록 현상에 기인한 것이라는 연구도 발표되었다[7].

블록현상을 개선하기 위해서 영상 신호를 부호화하기 이전에 영상 신호를 수정하여 나온 부호화를 유도하는 전처리 과정과 부호화가 끝난 뒤에 열화가 남아있는 영상의 화질을 개선하는 후처리 과정이 있다. 특히, 특정 부호화기에 관계없이 적용될 수 있는 후처리 기법에 대한 연구가 많이 진행됐으며, 후처리 하는 방법에 따라 영상 개선과 영상 복원 두 가지 주제로 고려될 수 있다.

후처리 방법은 코덱(codec)을 변형시키지 않고, 화질을 개선시킬 수 있다는 점에서 장점이 있다. 선형 저대역 통과 필터를 이용하는 후처리 방법이 구현의 단순함으로 인해 가장 많이 알려져 있다[8]. 그러나 저대역 통과 필터는 영상의 고유한 에지(edge) 성분을 흐리게 하고, 화질을 떨어뜨린다는 단점이 있다[9]. 이 문제를 해결하기 위해, 좀 더 복잡한 비선형 공간 적응적 필터가 제안되었다[10]. 이 기법은 영상 블록의 특성에 따라 블록마다 각기 다른 필터를 적용하였다. 또 다른 적응적 필터가 에지 및 블록 경계에 있는 잡음을 제거하기 위해 제안되었다[11].

필터를 적용하는 영상 개선과 다른 영상 복원에 대한 방법으로는 조건부 최소 자승법(constrained least square) 또는 사전 지식(prior knowledge)을 필요로 하는 MAP(maximum a posteriori)[12], 복호화기에서 참조되는 양자화 정보를 필요로 하는 POCS(projection onto convex sets)를 사용하여 원(original) 영상에 근접한 영상으로 복원해가는 과정 등이 있다[13]. 하지만, 이런 방법들은 많은 계산량을 요구하여 모바일 환경에서의 실시간 처리에 적합하지 않다.

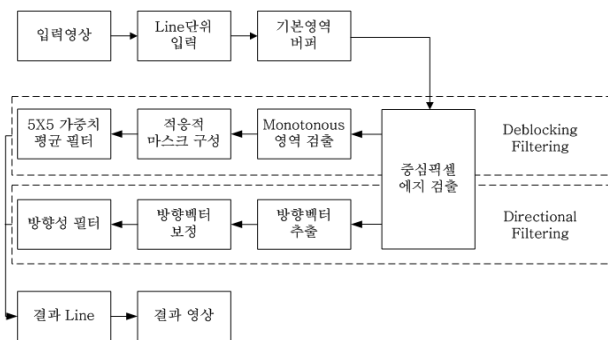
본 논문에서는 제한적인 자원이 할당되는 모바일 단말에서 실시간으로 블록현상을 제거하기 위한 후처리 기법을 제안한다. 제안하는 후처리 기법은 먼저 에지 탐지(edge detection)를 통해 해당 픽셀이 에지 영역인지 아닌지를 판별하고, 에지가 아닌 화소에 대해서는 중심 화소 주변의 8개의

인접한 화소들간의 Monotonousness를 구한다.

Monotonousness가 높은, 즉 변화가 심하지 않은 단순한(monotonous) 영역은 복잡한 영역에 비해 격자잡음이 두드러지게 나타난다. 이러한 격자잡음을 제거하기 위한 디블록킹 필터(deblocking filter)로서 중심픽셀과 인접한 화소들 가운데 에지를 제외한 나머지 픽셀을 참조하여 적응적 마스크(adaptive mask)를 구성하고, 이 마스크를 이용한 가중치 평균 필터(weighted average filter)를 적용한다. 에지에 해당하는 픽셀에 대해서는 계단 잡음을 제거하고 에지의 선명성을 높여서 보다 나은 화질을 얻기 위해 인접한 화소들의 에지 방향성을 고려한 적응적 방향성 필터를 적용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 제안한 알고리즘을 기술하고, 3장에서는 제안한 알고리즘과 유사하게 부가적인 정보를 사용하지 않는 기존의 알고리즘들과 비교하는 실험을 통하여 본 알고리즘의 우수성을 입증한다. 최종적으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. 제안하는 알고리즘



<그림 2> 전체 시스템 블록다이어그램

본 논문에서 제안하는 블록화 현상 제거를 위한 후처리 기법은 그림 2와 같은 시스템으로 구성된다. 입력영상은 BDCT로 부호화되어 블록화 현상이 존재하는 영상이며, 모바일 단말의 제한적인 메모리를 고려하여 한 라인씩 순차적으로 입력받는다. 라인단위로 입력되는 영상은 해당 시스템의 주요 알고리즘들이 적용될 수 있는 최소한의 영역만큼 입력되면 순차적으로 수행된다. 제안하는 알고리즘에서는 디블록킹 필터링과 방향성

필터링의 2가지 방법을 적용하여 블록화 현상을 효율적으로 제거하고, 블록화 현상으로 열화되었던 에지를 강화시켜줌으로써 영상이 보다 부드럽고 선명하게 나타나게 한다.

2.1 블록 현상 제거기법(Deblocking method)

블록 현상 제거 기법은 에지 검출, monotonous 영역 검출, 인접픽셀 에지 검출을 통한 적응적 마스크 구성, 5x5 가중치 평균 필터를 이용한 격자잡음 제거 등으로 구성된다.

2.2 에지 검출

영상의 에지를 보존하고 2.2절에서 설명하는 방향성 필터링 과정을 통해 영상을 더욱 선명하게 하기 위해, 에지를 검출하고 에지가 아닌 픽셀에 대해서만 가중치 평균 필터를 사용하여 격자잡음을 제거한다. 에지 검출을 위해 널리 쓰이는 소벨 마스크(Sobel mask)[14]를 사용하고, 식 (1)은 소벨마스크의 커널 및 소벨 계수 계산 방식을 나타낸다.

$$SobelX = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix},$$

$$SobelY = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix},$$

$$SC(x, y) = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 [f(x+i-1, y+j-1) * SobelX(i, j)] + \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 [f(x+i-1, y+j-1) * SobelY(i, j)]. \quad (1)$$

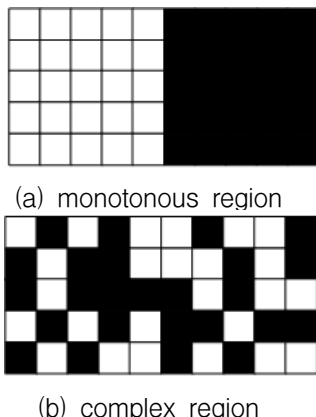
여기에서 $f(\cdot, \cdot)$ 는 원본 영상, $SC(\cdot, \cdot)$ 는 소벨 계수를 나타낸다. 3x3 소벨마스크를 적용하여 얻은 소벨 계수와 문턱값(threshold)을 비교하여 영상에 고유하게 존재하는 에지와 블록현상으로 발생된 고주파성분을 구분한다.

$$EdgeDetection = \begin{cases} True & , SC(x, y) > Threshold_edge \\ False & , otherwise \end{cases} \quad (2)$$

2.2.1 Monotonous 영역 검출

에지 검출을 통해 에지가 아닌 픽셀로 판단되면, monotonous 영역에 속하는 지 판단한다. Monotonous 영역은 영상에서 복잡하지 않은 영역으로 격자잡음이 매우 두드러지게 나타나게 된다. 반면 monotonous 영역이 아닌 경우, 더블록킹 필터를 사용하게 되면 오히려 영상의 세밀한 부분(detail)이 사라지게 되어 왜곡을 가져온다. 따라서 monotonous 영역에 속하는 픽셀에 대해서만 더블록킹 필터를 적용한다.

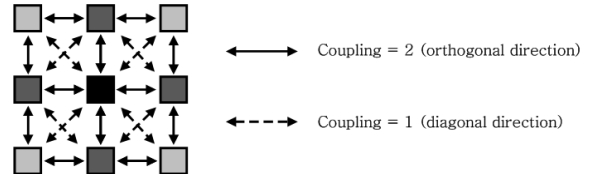
복잡한 영역(complex region)과 평탄한 영역(monotonous region)을 정량적으로 구분하기 위한 노력들이 있어왔지만[15-17], 아직까지 명확하게 해결하지 못한 문제이다. 분산(variance)으로 구분하는 방법이 제시되었지만, 그림 3에서 보는 바와 같이 복잡한 영역과 평탄한 영역이 같은 분산 값을 가지는 경우가 있어 정확한 해결 방법으로 보기 어렵다.



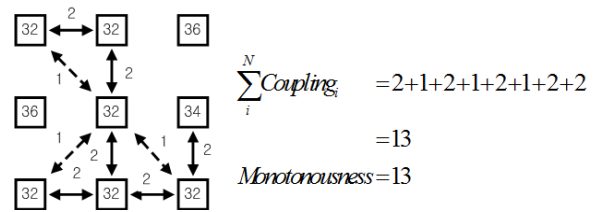
<그림 3> 평탄한 영역과 복잡한 영역 비교

따라서 본 논문에서는 중심 픽셀이 monotonous 영역에 속하는가를 정량적으로 판별하기 위해 Monotonousness와 Coupling이라는 값을 정의한다. Coupling이란 인접한 픽셀 간에 존재하는 correlation을 이용한 것으로 수직, 수평 이웃끼리 같은 값을 가지고 있다면 Coupling을 2로 설정하고 대각선 이웃끼리는 1로 설정한다(그림 4). 반대로 서로 다른 값을 가진다면 Coupling은 0의 값을 갖는다. 현재 픽셀을 둘러싸고 있는 8개의 이웃 픽셀간의 Coupling를 모두 더한 값이 현재 픽셀의 Monotonousness값이 된다(그림 5 예). 이

Monotonousness 값이 일정 한계값(threshold)을 넘는다면 해당 픽셀은 monotonous 영역에 속한다고 판단한다.

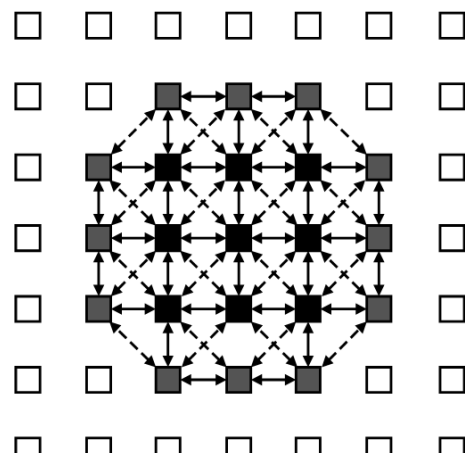


<그림 4> Coupling의 개념 및 계산



<그림 5> Coupling합을 통한 Monotonousness 계산 예

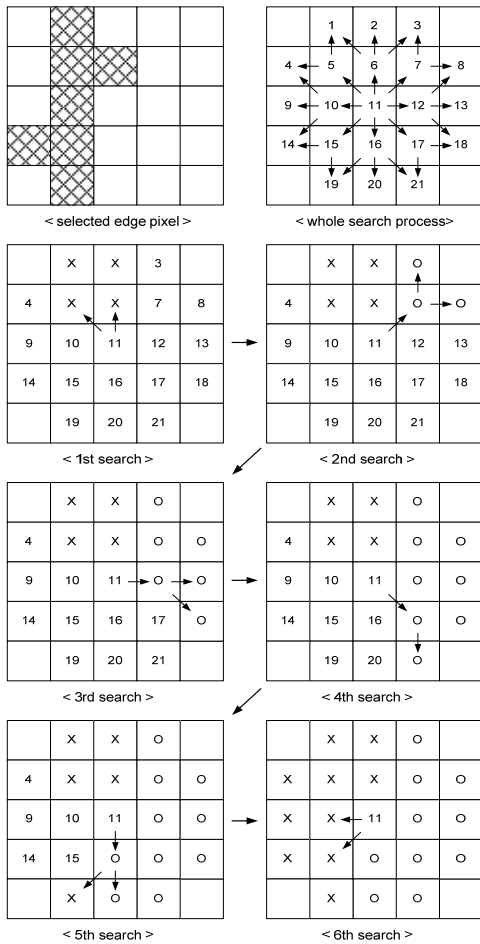
제안하는 Coupling과 Monotonousness를 그림 3에 적용하면 평탄한 영역의 Monotonousness가 복잡한 영역의 값보다 월등히 큰 값을 나타내므로 두 영역을 구분할 수 있다. 그림 6은 5x5 마스크에 적용한 예이고, 네 개의 모서리에 있는 픽셀들은 중심 픽셀과의 correlation이 적으므로 계산에서 제외한다.



<그림 6> 5x5 윈도우를 통한 Coupling 설정

2.2.2 가중치평균필터를 이용한 격자잡음 제거

디블록킹 필터링은 5x5 크기의 가중치 평균 필터를 사용하는데, 주변 픽셀 중 중심 픽셀과 동일한 영역에 속하는 픽셀만을 디블록킹 필터링에 참여시킴으로써 화질 열화를 막는다. 이를 위해 5x5 마스크 내에 속하는 주변 픽셀에 대해 에지 여부를 검사한다. 에지의 판단은 앞선 중심픽셀에서 수행한 에지 검출과 동일하게 소벨마스크와 문턱값을 사용하여 수행한다. 여기서 구한 주변픽셀의 에지 정보는 5x5 가중치 평균 필터의 적응적 마스크를 구성할 때 사용된다. 적응적 마스크를 구하는 과정이 그림 7에 나타나있다.



<그림 7> 적응적 마스크 구성 예.

먼저 앞선 과정에서 구한 주변 픽셀들의 에지 정보를 토대로 그림 7에 나타난 방향으로 탐색을 진행하여 필터마스크를 재구성한다. 중심 픽셀을 시작으로 화살표방향으로 인접한 픽셀부터 에지

의 여부를 판단하고 인접한 픽셀이 에지가 아닐 경우 화살표의 방향으로 진행하고, 인접한 픽셀이 에지인 경우 더 이상 진행하지 않는다. 진행하면서 에지인 위치에는 X표시를 하고 에지가 아닌 위치에는 O 표시를 하여 적응적 마스크를 완성한다. 즉, O표시에 있는 픽셀들이 중심 픽셀과 같은 영역에 속해있다고 판단하여, O 표시 위치의 픽셀들만을 참조하여 필터링을 수행한다. 그림 8에 원래의 가우시안 함수와 유사하게 중심 위치에 가중치를 부여한 디블록킹 커널을 표시하였고, 그림 9에 적응적 마스크를 고려하여 재구성한 디블록킹 커널을 표시하였다. 그림 9의 재구성된 디블록킹 커널을 이용하여 디블록킹 필터링을 수행하는 실제 예를 그림 10에 나타내었다.

0	1	1	1	0
1	2	2	2	1
1	2	3	2	1
1	2	2	2	1
0	1	1	1	0

<그림 8> 디블록킹 커널.

	x	x	0	
x	x	x	0	0
x	x	0	0	0
x	x	0	0	0
	x	0	0	

0	0	0	1	0
0	0	0	2	1
0	0	3	2	1
0	0	2	2	1
0	0	1	1	0

<적응적 마스크> <Deblocking Kernel>

<그림 9> 디블록킹 커널의 재구성.

55	33	33	32	38
50	33	33	35	37
53	33	30	34	36
33	33	30	35	38
55	33	32	28	30

0	0	0	1	0
0	0	0	2	1
0	0	3	2	1
0	0	2	2	1
0	0	1	1	0

<5x5 픽셀정보> <Deblocking Kernel>

$$B_{decon} = \frac{(32 + (2 \times 35) + 37 + (3 \times 30) + (2 \times 34) + 36 + (2 \times 30) + (2 \times 35) + 38 + 32 + 28)}{(1 + 2 + 1 + 3 + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1)}$$

<그림 10> 디블록킹 필터링의 적용.

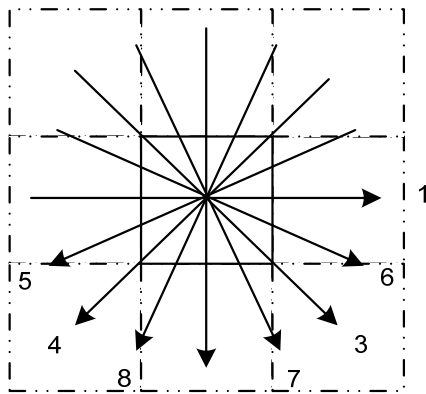
2.3 계단 잡음 제거 기법

계단 잡음을 제거하고 에지를 강화하여 화질을 개선하기 위해 방향성 필터링을 사용한다. 방향성 필터링은 중심픽셀 에지 검출, 중심픽셀 방향벡터 추출, 방향벡터 보정, 방향성 필터링으로 구성된다.

2.3.1 에지 검출

이전 절에서 더블록킹 필터링은 에지가 아닌 픽셀에 대해 적용했던 것과 반대로 방향성 필터링은 에지 검출 과정에서 에지로 판명된 픽셀에 대해 실시한다. 중심 픽셀 에지 검출은 더블록킹 필터링에서 사용한 소벨마스크를 동일하게 사용하지만, 문턱값을 다르게 적용할 수 있다.

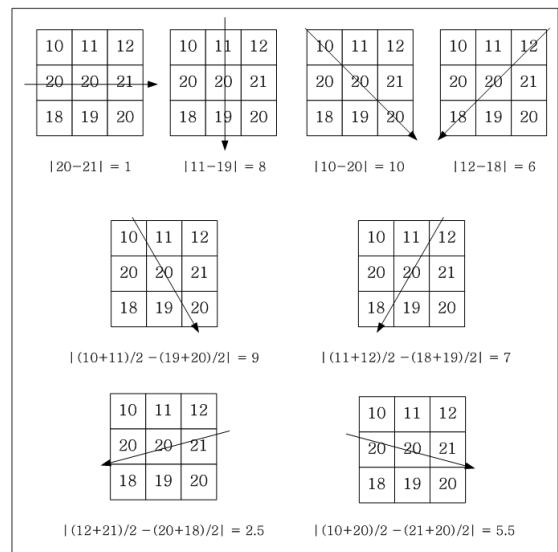
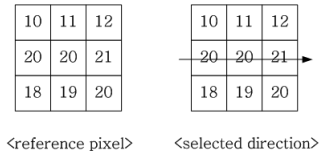
2.3.2 방향벡터 추출



<그림 11> 8가지 방향벡터.

에지 검출을 통해 방향성 필터링을 적용하기에 앞서 중심 픽셀의 방향벡터를 구하고, 그 방향에 따라 저역통과 필터링을 수행한다. 중심 픽셀의 방향성을 결정하기 위해 해당 픽셀을 중심으로 3x3 마스크 크기의 인접한 픽셀을 이용한다. 방향벡터는 8가지 방향을 가지며 방향벡터에 대한 정의는 그림 11과 같다. 방향벡터를 구하는 방법은 중심 픽셀을 중심으로 3x3 마스크 내에 있는 픽셀간의 차이가 가장 작은 방향을 중심픽셀의 방향으로 정하는 것으로 그림 12에 실제 픽셀에 적용하는 예를 보여주고 있다. 그림 11의 5, 6, 7, 8 번 방향의 경우 인접한 픽셀간의 평균값을 이용하여 차이 값을 계산한다. 그림 12에서 보는 바와

같이 인접 픽셀간의 차이값이 가장 작은 1번 방향으로 중심 픽셀의 방향벡터가 정해진다. 이때 동일한 차이값을 가지는 방향이 존재할 경우 바로 이전에 계산된 방향벡터와 더 작은 차이를 가지는 방향으로 방향벡터를 결정한다.



<그림 12> 방향벡터 계산.

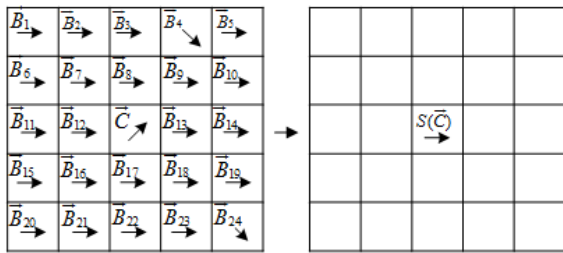
2.3.3 방향벡터 보정

중심 픽셀의 방향벡터를 구하는데 있어 블록현상에 의한 화질 열화로 인해 잘못된 방향벡터가 나타날 수 있고, 이 경우 잘못된 방향으로 필터링을 한다면 에지를 오히려 열화시키는 역효과가 나타난다. 따라서 올바른 방향벡터를 구하기 위해 방향벡터 보정과정을 거친다. 일반적으로 영상의 픽셀들 사이에 매우 높은 연관성이 존재하고, 따라서 픽셀들의 방향벡터 사이에도 크기와 방향 모두 연관성이 매우 깊다. 이를 이용하여 주변 픽셀들의 방향벡터를 참조하여 중심 픽셀의 방향벡터를 보정한다.

그림 13과 같이 중심 픽셀의 방향벡터를 \vec{c} , 주변 5x5 픽셀의 방향벡터를 $\vec{b}_i, i=1,2,\dots,24$, 라고 하면, 보정된 방향벡터 $s(\vec{c})$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$S(\bar{C}) = \text{median}\{\bar{C}, \bar{B}_i\}, i=1, 2, \dots, 24. \quad (3)$$

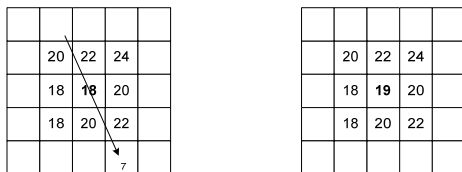
여기에서 $\text{median}\{\bar{C}, \bar{B}_i\}$ 함수는 각 방향벡터들로부터 유클리디안 거리의 합이 최소가 되게 하는 방향벡터를 선택하는 것을 말한다. 이렇게 함으로써 그림 13에서 보는 바와 같이 올바른 방향벡터를 구할 수 있다.



<방향벡터 계산> <방향벡터 보정>
<그림 13> 방향성 보정.

2.3.4 방향성 필터링

중심 픽셀의 방향벡터가 가리키는 방향으로 필터링을 함으로써 블록현상에 의해 생긴 계단잡음을 제거하고 에지를 강화시킬 수 있다. 방향성 필터는 방향벡터를 구할 때 참조했던 픽셀과 중심 픽셀을 사용하여 $[1/4 \ 1/2 \ 1/4]$ 의 필터 계수를 갖는 저대역 필터를 적용한다.



$$(20 + 22) / 4 + 18 / 2 + (20 + 22) / 4 = 19 \quad \text{< result >}$$

<그림 14> 방향성 필터링.

3. 실험 결과

본 논문에서는 제안하는 알고리즘의 성능 평가를 위해서 그림 2의 시스템을 구성하여 실험환경을 구축하였다. 실험 영상으로는 모바일 환경을 고려하여 낮은 비트율의 JPEG[1]으로 복호화되어 블록현상을 가지는 “Lena”, “Bridge”, “Church”,

“Pepper”를 사용하였다. 비교 대상으로는 제안한 알고리즘과 유사하게 부가적인 정보를 필요로 하지 않는 Reeve[7], Castagno[8]를 선택하였고, PSNR(peak to signal noise ratio)을 비교한 객관적 성능과 결과영상을 확대하여 주관적 화질을 평가하였다.

알고리즘을 적용한 결과의 성능을 측정하기 위하여 PSNR(peak signal to noise ratio)을 이용하였다. $M \times N$ 의 해상도와 $[0, 255]$ 의 밝기 범위를 가지는 영상의 PSNR은 다음과 같이 정의된다.

$$PSNR = 10 \times \log \left(\frac{M \times N \times 255^2}{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (f(i, j) - f'(i, j))^2} \right). \quad (4)$$

여기에서 $f(i, j)$ 는 원영상이며, $f'(i, j)$ 는 각각의 알고리즘이 적용된 영상이다. 표 1은 PSNR을 통해 결과영상을 비교한 결과로 제안한 알고리즘이 기존 방법보다 나은 결과를 보여준다. 그림 15와 그림 16은 알고리즘들의 차이가 세부적으로 잘 나타나는 확대영상을 사용하여 비교하였다. 확대한 결과 영상에서 나타나듯 기존에 알고리즘에 비해 제안한 알고리즘을 적용하였을 경우 인공물이 효과적으로 제거되고, 영상에 존재하는 에지가 보다 잘 보존된 것을 확인할 수 있다.

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

<표 1> 기존 알고리즘과 제안하는 알고리즘의 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

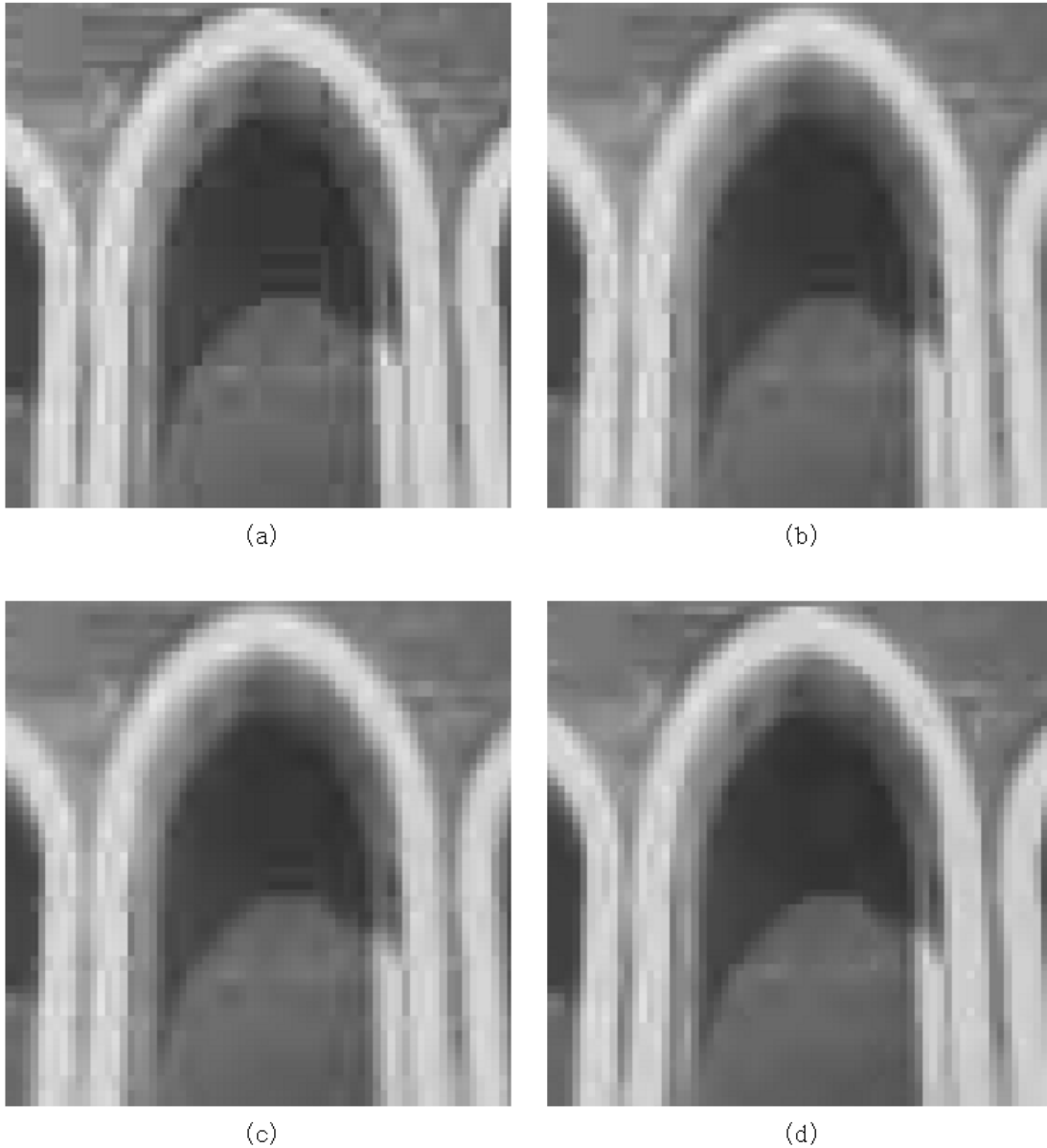
4. 결 론

본 논문에서는 제한적인 자원이 할당되는 모바일 단말에서의 효율적인 블록화 현상 제거 알고리즘을 제안하였다. 입력영상을 처리할 때에 라인 단위의 입력을 사용하여 모바일단말에서 제한적인 메모리자원에 대해 고려하였으며, 2단계의 필터링 과정을 통해 블록기반의 DCT를 사용하여 생기는 블록현상으로 인한 격자 잡음과 계단 잡음을 제거하고 화질을 향상시켰다. 다른 알고리즘과의 PSNR 비교를 통해 객관적 성능 평가로 우

수성을 입증하였고, 영상 내에 존재하는 블록현상이 제거되어 부드럽고 선명한 영상을 얻을 수 있음을 주관적 화질비교를 통해 확인하였다. 제안하는 알고리즘은 하드웨어 설계 과정을 거쳐 칩으로 제작하여 모바일 단말에 적용하였다.



(a) JPEG (b) Reeve (c) Castagno (d) Proposed
 <그림 15> 확대한 Lena영상을 통한 기존 알고리즘과 주관적 화질 비교.



(a) JPEG (b) Reeve (c) Castagno (d) Proposed
 <그림 16> 확대한 Church영상을 통한 기존 알고리즘과 주관적 화질 비교.

참 고 문 헌

[1] ISO/IEC/JTC1/SC1/WG8 (1990). JPEG technical specification, Revision 8.
 [2] ITU-T (1993). Video codec for audiovisual services at px64kbps, Recommendation H.261.
 [3] ITU-T (2003), Video coding for low bit rate communication, Recommendation H.263.

[4] ISO/IEC JTC1/SC29 (1993), Coding of moving pictures and associated audio, Recommendation H.262: ISO/IEC 13818.
 [5] ISO/IEC (2004), Coding of audiovisual objects, Recommendation H.264/AVC: ISO/IEC 14496-10.
 [6] Z. Wang, D. Zhang (1998), A novel approach for reduction of blocking effects in low-bit-rate image compression," IEEE Trans. Communication, vol. 46, no.6.

[7] A. Zakhor (1992), Iterative procedures for reduction of blocking effects in transform image coding, IEEE Trans. on Circuits Syst. Video Technol., vol. 2, pp. 91-95.

[8] H. C. Reeves and J. S. Lim (1984), Reduction of blocking effects in image coding, Opt. Eng. 23, pp. 34-37.

[9] M. Paulinas, A. Usinskas (2007), A survey of genetic algorithms applications for image enhancement and segmentation, Information technology and control, vol.36, no.3, pp.278-284.

[10] R. Castagno, S. Marsi, and G. Ramponi (1998), A simple algorithm for the reduction of blocking artifacts in images and it's implementation, IEEE Trans. Consumer Electronics, vol.44, no.3, pp.1062-1070.

[11] M. T. Orchard, G. J (1994). sullivan, Overlapped block motion compensation: An estimation-theoretic approach, IEEE Trans. Image Processing, vol. 3, pp.693-699.

[12] T. Ozcelik, J. C Brilean, and A. K. Katsaggelos (1995), Image and video compression algorithms based in recovery techniques using mean field annealing, Proc. IEEE, vol. 83, pp. 304-316.

[13] Y. Kim, C. S. Park, S. J. Ko (2003), Fast POCS based post-processing technique for HDTV, IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 49, pp. 1438-1447.

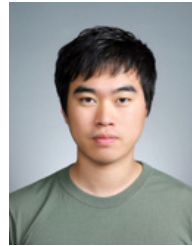
[14] A. Koschan (1995), A Comparative Study On Color Edge Detection, Proc. 2nd Asian Conf. on Computer Vision ACCV'95, III, pp.574-578.

[15] S. C. Tai, Y. Y. Chen, S. F. Sheu (2005), Deblocking Filter for Low Bit Rate MPEG-4 Video, IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 15, No. 6, pp. 733-741.

[16] X. Zhuang, N. E. Mastorakis (2005), Multi-feature edge detection with the feature of local image complexity, Proceedings of the 5th WSEAD ICSP,

computer Geometry & Artificial Vision, pp.128-135.

[17] A. Shiozaki (1986), Edge extraction using entropy operator, Computer Vision, Graphics, and Image Processing, vol.36 n.1, p.1-9.



유재욱

2009 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과(공학사)

2009 ~ 현재 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사과정

관심분야: 영상처리, 영상압축, 멀티미디어통신

E-Mail: wodnrrns@kangwon.ac.kr



박대현

2007 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과(공학사)

2009 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과(공학석사)

2009 ~ 현재 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 박사과정

관심분야: 영상처리, 영상압축, 멀티미디어통신

E-Mail: dhpark509@kangwon.ac.kr



김윤

1993 고려대학교 전자공학과(공학사)

1995 고려대학교 전자공학과(공학석사)

2003 고려대학교 전자공학과(공학박사)

1995 ~ 1999 LG-Philips LCD 연구소 주임연구원

2002 ~ 2003 (주)달리텍 선임연구원

2004 ~ 현재 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 부교수

관심분야: 영상처리, 영상압축, 멀티미디어통신

E-Mail: yooni@kangwon.ac.kr