

논문 2005-42SP-2-3

8×8 블록기반의 후처리필터링을 고려한 H.264 블록화 현상 제거부 설계 기법

(H.264 Deblocking Filter Implementation Method Considering 8×8
Block-Based Post-Filtering)

김 성 득*, 조 홍 규**

(Sung Deuk Kim and Hong Kyu Cho)

요 약

최근에는 H.263, MPEG-4, H.264 등과 같은 동영상 압축에 관한 다양한 국제표준의 등장으로 인해 제한된 자원을 활용해서 여러 가지 표준을 효과적으로 지원할 필요성이 증대되고 있다. 동영상의 화질 개선에 중요한 역할을 담당하는 블록화 현상 제거부의 입장에서 볼 때 전통적인 8×8 블록기반의 비디오 후처리필터링과는 달리 H.264 압축방식에서의 블록화 현상 제거부는 구조상의 중요한 차이점을 가지고 있다. 이 논문에서는 이러한 차이점을 분석하여 전통적인 8×8 블록기반의 비디오 후처리필터링을 함께 지원할 수 있는 H.264 블록화 현상 제거부의 설계방안을 제시한다. 제안된 설계방안에서는 필터링의 대상이 되는 블록경계를 적응적으로 선택하게 함으로써 8×8 블록크기와 4×4 블록크기에 모두 대처한다. 필터링된 결과를 움직임 보상에 사용할지 여부를 선택할 수 있도록 함으로써 후처리필터링과 루프필터링에 모두 대처한다. 사람의 시각적 특성을 바탕으로 8×8 블록경계에서 발생하는 블록화 현상을 조사함으로써 전통적인 H.263 양자화 값과 H.264 양자화 값의 상관관계를 분석하여 H.263 양자화 변수값을 H.264 양자화 변수값으로 변환하는 방식을 이용한다. H.264 블록화 현상 제거기능을 그대로 유지하면서 약간의 변형을 통해 효과적으로 H.263, MPEG-4, H.264 등과 같은 다양한 국제표준에 사용될 수 있는 블록화 현상 제거부를 구현할 수 있다.

Abstract

After various video coding standards such as H.263, MPEG-4, and H.264 have been introduced, there has been strong need to support the multiple standards with limited resources efficiently. In terms of deblocking filter which plays an important role in improving visual quality, H.264 deblocking filter implementation has different aspects as compared with traditional 8×8 block-based post-filter implementation. Analyzing the differences, this paper proposes a H.264 deblocking filter implementation method that supports 8×8 block-based post-filtering for the traditional video coding systems. In the proposed implementation method, the block boundaries to be filtered are adaptively chosen for 8×8 and 4×4 block boundary filtering. Since the filtered result is selectively used for motion compensation or not, both loop-filtering and post-filtering can be achieved. A quantization parameter conversion unit that converts H.263 quantization parameters to H.264 quantization parameters is utilized by examining the 8×8 block boundary errors based on human visual system. Since the original nature of the H.264 deblocking filter is well expanded to the 8×8 block-based post-filter with minor modifications, the proposed implementation method is suitable to implement the deblocking function of the multiple video standards such as H.263, MPEG-4, and H.264, efficiently.

Keywords : H.264, H.263, MPEG-4, deblocking, post-filter

정회원, 안동대학교 정보전자공학교육과
(Dept. of IT & Electronics Education, Andong
National University)

** 정회원, (주) 렛스비전
(LetsVision Co., Ltd.)

※ 이 논문은 2003학년도 안동대학교 학술연구조성비
에 의하여 연구되었음
접수일자: 2004년10월8일, 수정완료일: 2005년2월1일

I. 서 론

H.263 및 MPEG-4와 같은 전통적인 동영상 압축 표준은 동영상의 저장과 통신을 위해 널리 사용되고 있다 [1][2]. 최근에는 H.264 / MPEG-4 AVC 이라는 새로운 동영상 압축 표준이 소개되었고, 점차 그 용용범위가

넓어지고 있는 추세이다^{[3][4]}. 동영상 표준이 많아질수록 활용의 범위는 넓어지지만, 이를 동시에 지원해야 되는 동영상 부호화 및 복호화 장치는 그 복잡도가 점차 증가된다. 따라서 제한된 자원을 효과적으로 공유하면서 각종 표준을 지원할 수 있는 방안은 점차 중요한 기술 중의 하나로 인식되고 있다.

현재까지 동영상 압축 방식들은 많은 변화를 가져왔으나 블록기반의 변환 및 움직임 추정 방식의 기본 개념은 그대로 유지되고 있다. 이러한 블록기반의 동영상 처리는 복원영상에서 블록화 현상을 유발한다^[5]. 블록화 현상 제거부는 영상에 내재하는 공간영역에서의 상관성을 이용해서 블록경계를 대상으로 필터링을 수행함으로써 그림 1과 같이 복원영상의 시각적 화질을 크게 개선시킨다.

이러한 효과로 인해 H.264 압축방식뿐만 아니라 H.263 및 MPEG-4와 같은 전통적인 동영상 압축방식에서도 블록화 현상 제거부는 화질개선을 위한 중요한 기능 블록으로 인식되어 왔다^{[5][6]}. 복호화기의 구성요소 중에서 블록화 현상 제거부는 높은 연산량을 요구하는 블록중의 하나이다^[7]. 따라서 효과적으로 블록화 현상 제거부를 설계하기 위한 방법들이 연구되어 왔다^{[8][9]}. 하지만 이러한 연구는 H.264와 같은 특정한 표준에 한정된 설계방안으로 다양한 표준안에 대한 후처리필터링을 함께 고려하고 있지 않다. 특히 8×8 블록기반의 동영상 압축 방식인 H.263과 MPEG-4는 새로운 표준인 H.264와 많은 차이점을 가지고 있어서 이를 효과적으로 동시에 구현하기 위한 연구는 성숙되지 못한 상태이다.

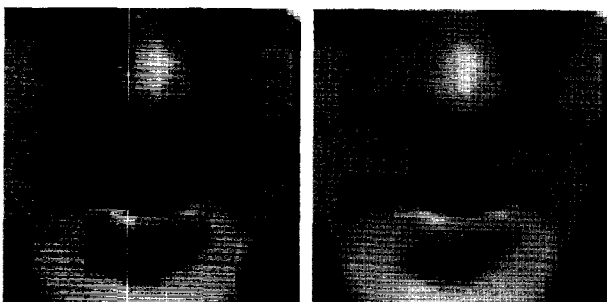
본 논문은 새로운 동영상 압축방식인 H.264의 블록화 현상 제거기법에 바탕을 두고 전통적인 8×8 블록기반의 비디오 후처리필터링을 함께 고려하는 H.264 블록

화 현상 제거부의 설계방안을 제시한다. 서로 다른 표준임에도 불구하고 블록화 현상 제거를 위한 필터링은 블록의 경계를 따라서 공간적 유사성을 이용한 필터링이 수행된다는 점에서 유사점을 가지고 있다. 또한 경계를 걸치는 화소들을 대상으로 일차원 필터링을 수행함으로써 효과적인 결과를 얻을 수 있다. 이 필터링에서는 양자화 변수를 활용하여 영상에 내재하는 실제 경계를 보호하거나, 주위 픽셀의 상황에 맞게 사람의 시각적 특성을 고려하여 필터링의 강도를 적응적으로 결정한다는 점에서도 유사성을 가지고 있다.

그러나 블록화 현상 제거부의 구현의 관점에서 볼 때 H.264 압축방식에서의 블록화 현상 제거부는 전통적인 8×8 블록기반의 압축방식과는 달리 4×4 블록을 기반으로 부호화루프안에서 수행되며 블록화 현상 제거에 필수적으로 사용되는 양자화 변수값도 전통적인 방식과는 다른 값을 가진다. 따라서 본 논문에서는 전통적인 8×8 블록기반의 비디오 후처리필터링과 H.264 블록화 현상 제거방식의 차이점 및 공통점을 분석하여 두 방식을 효과적으로 지원할 수 있는 방안을 제안한다.

사람의 시각적 특성을 바탕으로 8×8 경계에서 발생하는 블록화 현상의 정도를 조사함으로써 전통적인 H.263 양자화 변수값과 H.264 양자화 변수값의 상관관계를 블록화 현상관점에서 분석한다. 이를 바탕으로 1에서 31사이의 값을 가지는 H.263기반의 양자화 변수값을 0에서 51사이의 값을 가지는 H.264기반의 양자화 변수값으로 변환하는 방식을 제안한다. 4×4 블록경계중에서 필터링 대상 블록경계를 8×8 블록경계만으로 한정할 수 있도록 함으로써 전통적인 8×8 블록기반 방식에 대응한다. 필터링된 결과를 움직임 보상에 사용할지 여부를 선택할 수 있도록 함으로써 필터링이 H.264처럼 부호화루프안에서 수행되도록 하거나 H.263, MPEG-4처럼 부호화루프밖에서 수행될 수 있도록 한다. H.264 블록화 현상 제거기능을 그대로 유지하면서 약간의 변형을 통해 효과적으로 H.263, MPEG-4, H.264 등과 같은 다양한 국제표준에 사용될 수 있는 블록화 현상 제거부를 설계할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 전통적인 8×8 블록기반의 후처리 방법과 H.264 블록화 현상 제거 방법을 비교하고, III장에서는 8×8 블록기반의 후처리필터링을 고려한 H.264 블록화 현상 제거부 설계 방안을 제안한다. IV장에서는 모의실험을 통해 제안된 설계 방법의 효과를 보이며, V장에서 결론을 맺는다.



(a) (b)

그림 1. (a) 블록화 현상이 있는 영상
(b) 블록화 현상이 제거된 영상

Fig. 1. (a) Images with blocking artifacts and
(b) images with blocking artifacts removed.

II. 본 론

전통적인 8×8 블록기반의 후처리 방법과 H.264 블록화 현상 제거 방법은 블록의 경계를 따라서 공간적 유사성을 이용한 필터링이 수행된다는 점에서 유사점을 가지고 있다. 경계를 걸치는 화소들을 대상으로 하는 적응적인 일차원 필터링은 효과적인 결과를 보여준다^{[5][6]}. 영상에 내재하는 실제 경계를 보호하기 위해 양자화 변수를 활용한다는 점과, 주위 픽셀의 상황과 시각적 특성을 고려하여 필터링의 강도를 적응적으로 결정한다는 점에서도 유사성을 가지고 있다.

그러나 블록화 현상 제거부를 구체적으로 구현하는 입장에서는 중요한 차이점이 있다. H.264의 블록화 현상 제거부는 전통적인 8×8 블록기반의 후처리필터링과는 달리 4×4 블록을 기반으로 부호화루프안에서 수행되며 블록화 현상 제거에 필수적으로 사용되는 양자화 변수(QP)값도 전통적인 방식과는 다른 방식의 값을 사용한다.

그림 2는 필터링에 사용되는 매크로블록내에 존재하는 경계들을 보여준다. H.263, MPEG-4 뿐만 아니라 H.264도 매크로블록의 크기는 16×16으로 동일하다. 하지만, 변환과 양자화가 수행되는 블록의 크기는 H.263, MPEG-4는 8×8의 블록크기를 가지지만, H.264는 4×4의 블록크기를 가진다. 따라서 H.264 블록화 현상 제거에서는 수직 경계인 v0, v1, v2, v3, v4, v5와 수평 경계인 h0, h1, h2, h3, h4, h5를 대상으로 필터링이 수행되지만, H.263, MPEG-4의 8×8 블록기반의 후처리필터링에서는 v0, v2, v4와 h0, h2, h4를 필터링 대상으로 한다.

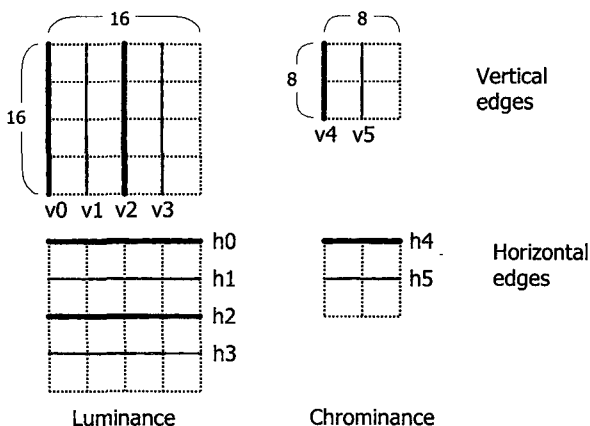


그림 2. 필터링에 사용되는 매크로블록내에 존재하는 경계들

Fig. 2. Boundaries in a macroblock to be filtered.

블록크기의 차이뿐만 아니라 블록화 현상 제거부가 수행되는 위치도 차이점을 나타낸다. 그림 3과 같이 H.263과 MPEG-4에서 블록화 현상 제거부는 부호화 및 복호화 루프 밖에서 수행되므로 후처리필터 혹은 포스트필터로 불린다. 반면, H.264에서의 블록화 현상 제거부는 부호화 및 복호화 루프내에서 수행되므로 루프필터로 불린다. 이러한 차이로 인해 H.264의 블록화 현상 제거 알고리즘은 국제표준으로 정확히 기술되고 있으며 H.264를 구현하는 시스템은 국제표준에 정확히 부합하는 블록화 현상 제거부를 구현해야 한다.

블록화 현상 제거를 위한 필터링에서 필터링 강도를 조절하는 인자로는 크게 두 가지가 있다. 하나는 양자화 변수, 부호화 모드, 움직임 벡터 등과 같은 부호화 정보들이고, 또 다른 하나는 영상의 특성이다. 높은 수준으로 양자화가 적용된 부분은 블록경계에서의 유사성이 심하게 손상되므로 블록화 현상이 좀더 뚜렷하게 나타난다. 인트라 블록 처리된 부분도 블록경계의 유사성의 손실이 인터 블록 처리된 부분보다 좀더 심하기 때문에 블록화 현상이 더 잘 나타난다. 이러한 부호화 정

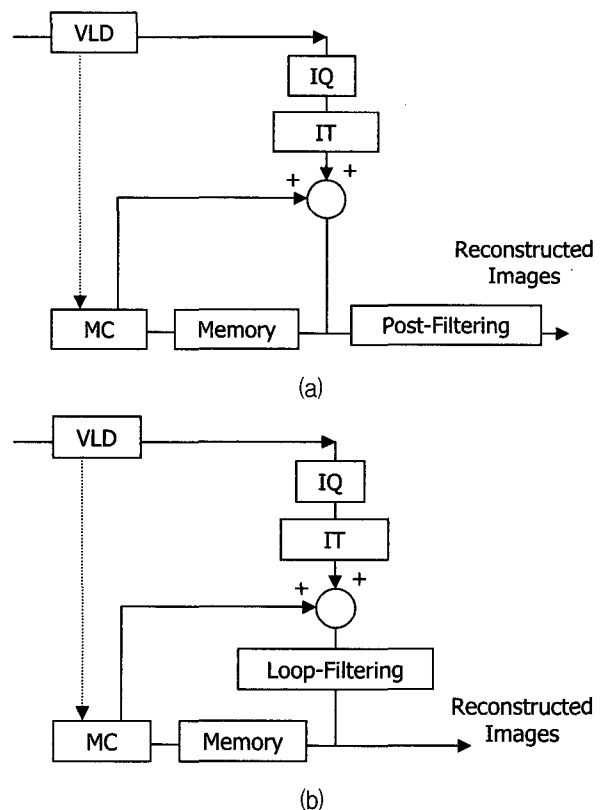


그림 3. 블록화 제거 필터의 위치 (a) H.263과 MPEG-4에서의 포스트필터 (b) H.264에서의 루프필터
Fig. 3. Location of deblocking filter as (a) post-filter in H.263 and MPEG-4, and (b) loop-filter in H.264.

보들 이외에도 영상의 특성에 따른 사람의 시각적 특성을 고려하면 좀더 효과적으로 블록화 현상을 제거할 수 있다. 사람의 시각 시스템은 복잡한 영역에서 발생하는 블록화 현상보다 평탄한 영역에서 발생하는 블록화 현상에 민감히 반응한다. 블록화 현상 제거기법들은 이러한 고려사항을 바탕으로 적응적인 필터링을 수행한다. 그림 4는 H.264의 블록화 현상 제거부를 개념적으로 간략화한 블록도이다. 필터링 대상이 되는 경계에 인접한 4픽셀들을 대상으로 필터링이 수행된다. 블록의 강도, 경계 주위픽셀들의 특성, 양자화 변수값 등에 따라 필터링 강도가 적응적으로 조절된다. 적용되는 필터도 강한 필터, 표준 필터로 두 가지 모드를 가지며, 영상에 내재하는 실제 경계를 보호하기 위해 필터링이 수행되지 않는 경우도 있다. 이러한 적응적인 필터링의 개념은 H.264뿐만 아니라 8×8 블록기반의 후처리필터링에서도 그대로 적용된다. 하지만, 적응적 필터의 구현에서

가장 기본적인 인자가 되는 양자화 변수(QP)값은 H.263과 H.264사이에 큰 차이점이 있다. 전통적인 방식에서 대표적으로 사용되는 H.263 양자화 변수값은 1에서 31사이의 값을 가지는 반면 H.264의 새로운 양자화 방법에서는 0에서 51사이의 값을 사용한다.

표 1은 전통적인 8×8 블록기반의 후처리필터링 기법과 H.264에서의 블록화 현상 제거부의 공통점 및 차이점을 표로써 간략히 정리하였다. 블록경계를 따라서 적응적인 일차원 필터링이 수행된다는 기본적인 개념에서는 많은 공통점을 가지지만, 필터링이 수행되는 위치, 블록의 크기, 양자화 변수 등에서는 차이점을 보이고 있다.

III. 제안하는 통합 설계 방안

H.264의 블록화 현상 제거부는 부호화 및 복호화 루프내에서 수행되므로 국제표준으로 명확히 기술되어 있다. 따라서 H.263, MPEG-4와 같은 전통적인 8×8 블록기반의 후처리필터링을 동시에 고려하는 H.264 블록화 현상 제거부의 설계를 위해서는 H.264의 블록화 현상 제거 알고리즘에 내재하고 있는 핵심적인 자원을 최대한 활용하면서 8×8 블록기반의 후처리필터링을 고려해야 한다.

H.263과 MPEG-4에서의 블록화 현상 제거부는 부호화 및 복호화 루프 밖에서 수행되는 반면, H.264에서의 블록화 제거부는 부호화 및 복호화 루프내에서 수행되므로 이러한 구조적인 차이점을 극복하기 위해서 그림 5와 같이 필터링 모듈이 적응적으로 위치할 수 있도록 한다.

그림 3과 달리 그림 5는 통합된 하나의 필터링 모듈

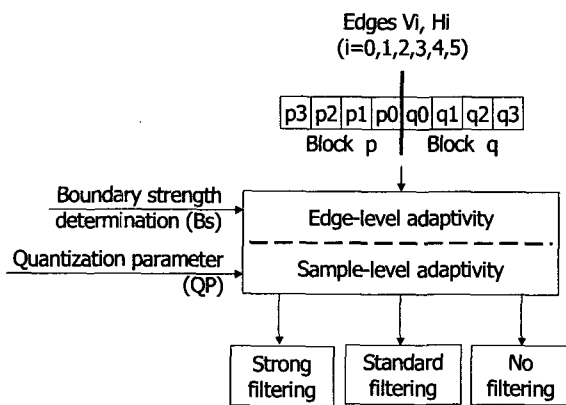


그림 4. H.264 블록화 현상 제거부의 개념적 블록도
Fig. 4. Simplified block diagram of H.264 deblocking filter.

표 1. 8×8 블록기반 후처리필터와 H.264 블록화 현상 제거필터의 유사점 및 차이점

Table 1. Similarities and differences between 8×8 block-based post-filtering and H.264 deblocking filtering.

	8×8 블록기반 후처리필터 ^[5]	H.264 블록화 현상 제거필터 ^[6]
유사점	블록경계필터링	블록경계필터링
	일차원필터링	일차원필터링
	적응적 필터링 모드 - Smooth region mode - Default mode	적응적 필터링 모드 - Strong filtering - Standard filtering
차이점	Post-filtering	Loop-filtering
	블록크기: 8×8 양자화 변수(QP): 1 ~ 31	블록크기: 4×4 양자화 변수(QP): 0 ~ 51

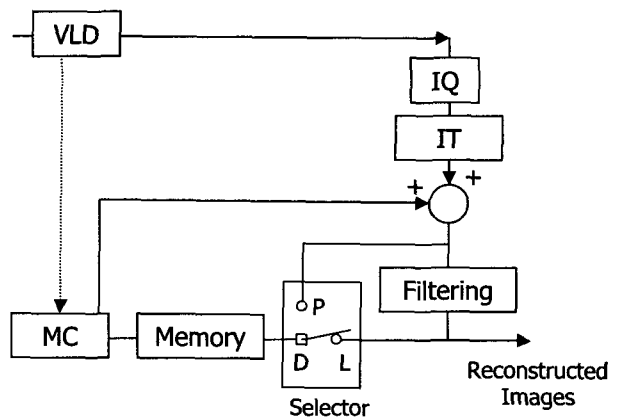


그림 5. 제안하는 블록화 현상 제거 필터의 구조
Fig. 5. Proposed structure for deblocking filter.

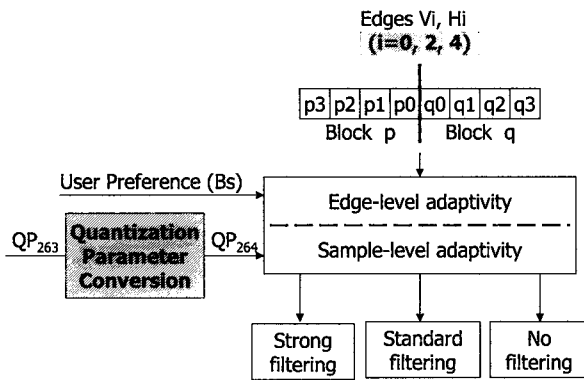


그림 6. 제안하는 8x8 블록기반의 후처리필터링 응용
 Fig. 6. Proposed application to 8x8 block-based post-filtering.

을 사용하는 동영상 압축시스템의 블록도로 설명되어질 수 있다. 선택자(selector)에 따라 필터링 블록이 루프 필터링 혹은 후처리필터링으로 사용된다. D 와 L이 연결되면 필터링이 수행된 결과가 움직임 보상에 사용되므로 H.264에서처럼 루프필터링으로 사용된다. 반면, D 와 P가 연결되면 필터링하기 전의 영상이 움직임 보상에 사용되고 필터링 결과는 단순히 디스플레이 용도로만 사용되므로 H.263 및 MPEG-4에서처럼 8x8 블록기반의 후처리필터링으로 사용된다.

그림 6은 8x8 블록기반의 후처리필터링으로 적용되는 응용을 보여준다. 그림에서 보듯이 그림 4에 기술된 H.264 블록화 현상 제거부의 기본적인 자원이 그대로 활용되는 것을 알 수 있다. 즉, 제안된 방식에서는 H.264 블록화 현상 제거부의 기본 구성을 크게 변경시키지 않으면서 8x8 블록기반의 후처리필터링을 효과적으로 지원한다.

그림 4와 그림 6을 비교하면 3가지 차이점이 있다. 첫째는 필터링의 대상이 되는 경계이다. H.264 블록화 현상 제거부에서는 수직 경계인 v0, v1, v2, v3, v4, v5 와 수평 경계인 h0, h1, h2, h3, h4, h5를 대상으로 필터링이 수행되었지만, H.263과 MPEG-4와 같은 전통적인 8x8 블록기반의 동영상 압축에서 후처리필터링으로 사용될 경우 v0, v2, v4와 h0, h2, h4를 필터링 대상으로 한다. 이는 적응적으로 필터링 대상 경계를 선택함으로써 쉽게 구현될 수 있다. 둘째는 경계강도(Bs)를 결정하는 부분이다. H.264에서의 경계강도는 부호화 모드, 양자화 후 남은 계수의 유무, 움직임 벡터정보 등으로 결정된다. 이러한 경계강도의 결정은 H.264에서의 블록화 현상 제거부와 같이 부호화 루프안에서 수행되는 필터링에서 보다 큰 의미를 가진다. 필터링된 결과가 움

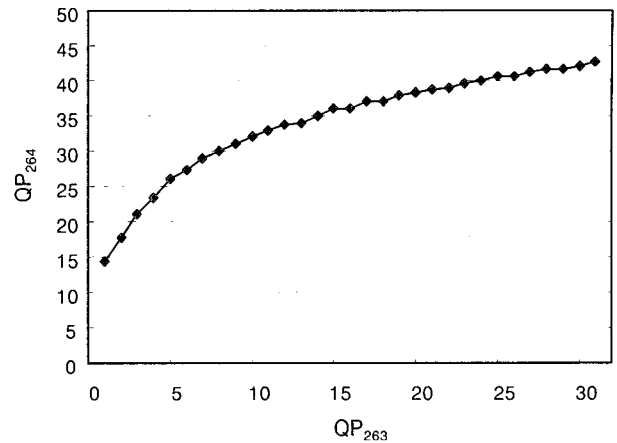


그림 7. 제안하는 양자화 변수 변환
 Fig. 7. Proposed quantization parameter conversion.

직임 보상에 사용되지 않는 후처리필터링에서는 블록화 현상이 다음 프레임으로 전파될 수 있기 때문에 현재 프레임의 부호화 정보만으로 경계의 블록화 현상의 정도를 정확히 나타내기는 상당히 어렵다. 따라서 제안된 방식에서는 후처리필터링으로 적용할 때 블록강도를 사용자가 정의하도록 한다. 블록강도를 높게 잡으면 다소 강한 블록화 현상 제거 필터가 적용되고, 낮게 잡으면 약한 필터가 적용된다. 세 번째 차이점은 양자화 변수 부분이다. H.264에서의 양자화 변수는 0에서 51사이의 값을 가진다. 반면 H.263 양자화 변수는 1에서 31사이의 값을 가진다. 따라서 H.263 양자화 변수를 사용하는 8x8 후처리필터링을 위해 H.264 블록화 현상 제거부를 최대한 활용하기 위해서는 H.263 양자화 변수를 이에 대응되는 H.264 양자화 변수로 변환할 필요가 있다.

제안된 방식에서는 사람의 시각특성을 고려하여 8x8 경계에서 발생하는 블록화 현상의 정도를 측정함으로써 전통적인 H.263 양자화 변수값과 H.264 양자화 변수값의 상관관계를 블록화 현상관점에서 분석한다. 이를 바탕으로 1에서 31사이의 값을 가지는 H.263기반의 양자화 변수값을 0에서 51사이의 값을 가지는 H.264기반의 양자화 변수값으로 변환하는 방식을 사용한다.

부호화된 영상에 관하여 사람의 시각특성을 반영하는 블록화 현상에 관한 화질 측정자료는 [10]을 사용한다. 그림 7은 몇 가지 테스트영상에 대해서 H.264방식으로 부호화된 영상과 H.263양자화를 사용하는 MPEG-4방식으로 부호화된 영상을 비교함으로써 얻어졌다. 부호화 과정에서 블록화 현상 제거부는 동작시키지 않으므로써 각 부호화 방식이 발생시키는 블록화 현상의 정도를 측정할 수 있도록 했다. H.264로 부호화된 결과영상에서는 0에서부터 51까지의 모든 양자화 변수

에 대한 화질 측정값을 얻고, MPEG-4 부호화 결과에서는 1에서부터 31까지의 모든 양자화 변수에 대한 화질 측정값을 얻었다. 그리고 두 결과를 바탕으로 가장 근접한 화질 측정값을 나타내는 H.263 양자화 변수값과 H.264 양자화 변수값과의 상관 그래프를 나타내는 것이 그림 7이다. 그림 7을 활용함으로써 H.263 양자화 변수값이 주어졌을 때 이를 H.264 양자화 변수값으로 쉽게 변환할 수 있다. 변환된 H.264 양자화 변수값을 이용하면 H.264기반의 블록화 현상 제거부와 자원을 공유하면서 H.263 양자화 방식의 부호화 시스템을 위한 블록화 현상 제거기능을 수행할 수 있다.

IV. 실험

전통적인 8×8 블록기반의 후처리필터링을 고려하는 H.264 블록화 현상 제거부를 소프트웨어적으로 구현하였다. H.264 블록화 현상 제거부는 알고리즘이 국제표준으로 구체적으로 기술되어 있기 때문에 구현방법에 상관없이 동일한 성능을 보인다. 따라서 본 실험에서는 제안된 구현방식을 H.263, MPEG-4의 후처리 필터로 적용한 경우의 성능을 분석한다.

실험을 위해서 8×8 블록기반의 MPEG-4 동영상 부호화기를 사용한다. H.263 양자화 기법이 사용되었고, 고정된 양자화 변수값을 가진다. 후처리과정은 매크로블록순으로 처리되며, 경계강도(Bs)는 3으로 주어졌다. MPEG-4 테스트 영상인 *Hall monitor*, *Container ship*, *Mother and daughter*, *Foreman*, *Coast guard*, *Silent voice*, *News*, *Stefan*, *Mobile and Calendar*를 대상으로 후처리필터링을 수행하여 주관적인 화질과 객관적인 화질을 비교하였다.

표 2는 PSNR관점에서 비교된 객관적인 화질을 보여준다. 후처리필터링이 적용되지 않은 경우보다 MPEG-4 후처리 방식 또는 제안된 방식이 적용되었을 때 PSNR은 다소 개선되는 성향을 보였으나 그 차이는 크지 않다. 제안된 방식이 가장 큰 PSNR개선을 보인 것은 *Hall monitor* CIF영상을 48kbps, 7.5Hz로 부호화한 영상에 대한 것으로 0.28dB의 향상을 보였다. 반면 *Coast guard* CIF영상을 112kbps, 15Hz로 부호화한 영상에 대해서는 0.06dB의 감소가 있었다. 블록화 현상 제거부로 인한 PSNR의 개선은 영상이 평탄할수록 보다 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있다.

그림 8은 *Foreman* CIF영상을 112kbps, 15Hz로 부호화한 영상에 대한 주관적인 화질 개선을 보여준다. 그

표 2. MPEG-4 후처리필터링으로 응용시 PSNR 성능평가

Table 2. Performance evaluation for MPEG-4 post-filtering applications in terms of PSNR.

Condition	Sequence	PSNR_Y [dB]		
		No Filter	MPEG-4 [5]	Proposed
10kbps	Hall monitor	30.14	30.40	30.37
	Container ship	29.48	29.64	29.60
7.5Hz	Mother & daughter	32.43	32.56	32.54
24kbps	Hall monitor	34.02	34.35	34.27
	Container ship	32.53	32.70	32.67
10Hz	Mother & daughter	35.36	35.51	35.49
48kbps	Foreman	31.23	31.34	31.31
	Coast guard	29.12	29.18	29.14
10Hz	Silent voice	34.44	34.63	34.58
48kbps	News	31.43	31.56	31.56
CIF	Mother & daughter	36.27	36.31	36.37
	Hall monitor	33.86	34.21	34.14
7.5Hz	Hall monitor	33.86	34.21	34.14
112kbps	News	34.18	34.41	34.36
	Foreman	28.87	28.89	28.91
15Hz	Coast guard	26.65	26.65	26.59
1Mbps	Stefan	29.20	29.28	29.26
	SIF,30Hz	Mobile & Calendar	26.37	26.40

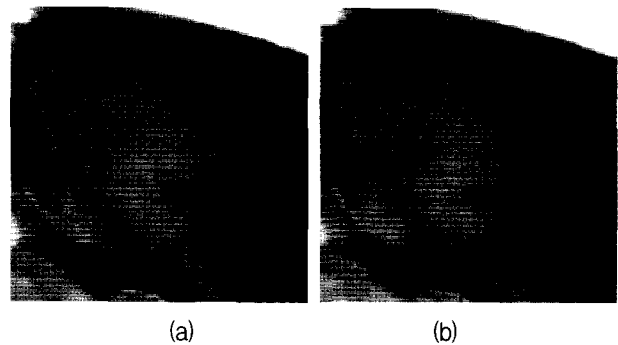


그림 8. 복원된 영상 (a) 후처리필터링이 적용되지 않은 경우 (b) 제안된 후처리필터링이 적용된 경우

Fig. 8. Reconstructed images (a) without post-filtering and (b) with the proposed post-filtering.

림에서 알 수 있듯이 후처리 방식이 적용되었을 때 블록화 현상이 상당히 개선되었음을 알 수 있다. 즉, H.264의 블록화 현상 제거방식에 바탕을 두고 8×8 후처리필터링을 가능하도록 한 제안된 구현 방식을 통해서 만족할만한 블록화 현상 제거 성능을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

V. 결론

8×8 블록기반의 비디오 후처리필터링을 함께 고려하

는 H.264 블록화 현상 제거부의 설계방안을 제시하였다. 8×8 블록기반의 비디오 후처리필터링과 H.264 블록화 현상 제거방식은 블록경계를 대상으로 적응적인 일차원 필터링을 수행한다는 점에서 유사성을 가지고 있다. 하지만, 필터링이 수행되는 위치, 블록의 크기, 양자화 변수 등과 같은 부분에서는 구조적인 차이점을 가지고 있다. 제안된 설계방안에서는 이러한 차이점을 극복하기 위해 4×4 블록경계 중에서 필터링 대상 블록경계를 8×8 블록경계만으로 한정할 수 있도록 함으로써 전통적인 8×8 블록기반 방식을 지원한다. 또한 필터링된 결과를 움직임 보상에 사용할지 여부를 선택할 수 있도록 함으로써 필터링이 H.264처럼 부호화루프 안에서 수행되도록 하거나 H.263, MPEG-4처럼 부호화루프 밖에서 수행될 수 있도록 한다. 마지막으로 사람의 시각시스템을 바탕으로 8×8 경계에서 발생하는 블록화 현상의 정도를 조사함으로써 전통적인 H.263 양자화 변수 값과 H.264 양자화 변수 값의 상관관계를 블록화 현상 관점에서 조사하여, 이를 바탕으로 H.263기반의 양자화 변수 값을 H.264기반의 양자화 변수 값으로 변환하는 방식을 제안하였다. 제안된 구현방안을 활용하면 H.264 블록화 현상 제거기능은 그대로 유지하면서 효과적으로 H.263, MPEG-4, H.264 등과 같은 다양한 국제표준에 사용될 수 있는 블록화 현상 제거기능을 구현할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T Recommendation H.263, "Video coding for low bitrate communication," May 1996.
- [2] ISO/IEC 14496-2, "Information technology - Coding of audio- visual objects - Part2: Visual," 1999.
- [3] Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification (ITU-T Rec. H.264 \ ISO/IEC 14 496-10 AVC), May 2003.
- [4] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjøntegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 13, no. 7, pp. 560-576, July 2003.
- [5] S. D. Kim, J. Yi, H. M. Kim, and J. B. Ra, "A deblocking filter with two separate modes in block-based video coding," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 9, no. 1, pp. 156-160, Feb. 1999.
- [6] P. List, A. Joch, J. Lainema, G. Bjøntegaard, and M. Karczewicz, "Adaptive deblocking filter," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 13, no. 7, pp. 614-619, July 2003.
- [7] M. Horowitz, A. Joch, F. Kossentini, and A. Hallapuro, "H.264/AVC Baseline Profile Decoder Complexity Analysis," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 13, no. 7, pp. 704-716, July 2003.
- [8] Y.-W. Huang, T.-W. Chen, B.-Y. Hsieh, T.-C. Wang, T.-H. Chang, and L.-G. Chen, "Architecture design for deblocking filter in H.264/JVT/AVC," *Proc. Int. Conf. Multimedia Expo*, vol. 1, pp. 693-696, July 2003.
- [9] M. Sima, Y. Zhou, and W. Zhang, "An efficient architecture for adaptive deblocking filter of H.264/AVC video coding," *IEEE Trans. Consumer Electron.*, vol. 50, no. 1, pp. 292-296, Feb. 2004.
- [10] S. A. Karunasekera and N. G. Kingsbury, "A distortion measure for blocking artifacts in images based on human visual sensitivity," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 4, no. 6, pp. 713-724, June 1995.

저 자 소 개



김 성 득(정회원)
 1994년 경북대학교 전자공학과
 학사 졸업
 1996년 한국과학기술원 전기 및
 전자공학과 석사 졸업
 2000년 한국과학기술원 전기 및
 전자공학과 박사 졸업
 2000년~2003년 LG전자 차세대 단말 연구소
 2003년~현재 안동대학교 정보전자공학교육과
 조교수
 <주관심분야 : 영상신호처리, 영상시스템>



조 흥 규(정회원)
 1990년 성균관대학교 전자공학과
 학사 졸업
 1992년 한국과학기술원 전기 및
 전자공학과 석사 졸업
 1998년 한국과학기술원 전기 및
 전자공학과 박사 수료
 1992년~2001년 대우전자 종합연구소
 2002년~현재 (주)렛스비전 기술연구소 소장
 <주관심분야 : 반도체, 신호처리, 통신, 컴퓨터>