

일반논문-08-13-3-11

다시점 비디오 코딩에서 휘도 보상 방법에 적합한 디블록킹 필터링 방법

박민우^{a)}, 박광훈^{a)†}

A Deblocking Filtering Method for Illumination Compensation in Multiview Video Coding

Min-Woo Park^{a)}, and Gwang-Hoon Park^{a)†}

요 약

다시점 비디오 코딩에서는 뷰 또는 시간 방향 예측 시 현재 블록과 참조 블록간의 휘도 신호의 밝기의 차이를 보상하는 매크로 블록 단위 휘도 보상 툴이 포함되어 있다. 휘도 보상 툴을 사용함으로써 객관적 화질 평가 측면에서 코딩 효율의 향상을 가져다주었지만, 주관적 화질 측면에서는 매크로블록 단위의 휘도 신호 평균값 보정에 의한 블록킹 현상이 많이 발생한다. 이 문제는 다시점 비디오 코딩에서 디블록킹 필터링의 강도를 설정하고 필터링을 수행하는 방법을 H.264/AVC의 방법을 그대로 적용하여 발생하는 것으로, 인터 블록 모드에서 휘도 보상을 수행한 평균값의 차이를 전혀 고려하지 않기 때문에 휘도 보상으로 인해 발생하는 블록킹 현상을 효율적으로 제거하지 못한다. 따라서 본 논문에서는 휘도 보상으로 발생하는 블록킹 현상을 분석하고 분석한 내용을 바탕으로 기존 알고리즘을 최소한으로 변경하면서, 효과적으로 디블록킹 필터링을 수행할 수 있는 방법을 제안한다. 제안하는 방법을 실제 적용하여 실험한 결과, 주관적 화질 측면에서 블록킹 현상이 사라지는 것을 확인할 수 있으며 평균적인 비트량을 측정하였을 때 최고 1.44% 감소하였다.

Abstract

Multiview Video Coding contains a macroblock-based illumination compensation tool which can compensate the variations of illuminations according to view or temporal directions. Thanks to illumination compensation tool, the coding efficiency of Multiview Video Coding has been enhanced. However illumination compensation tool also generates additional subjective drawbacks of the blocking artifacts due to macroblock-based compensations of mean values. A deblocking filtering method for Multiview Video Coding which is the same as in H.264/AVC does not consider illumination difference between the illumination compensated blocks, thus it can not effectively eliminate the blocking artifacts. Therefore, this paper analyzes the phenomena of blocking artifacts caused by illumination compensation and proposes a method which can effectively eliminate the blocking artifacts with the minimum changes of the H.264 deblocking filtering method. In the simulation results, it can be easily found the blocking artifacts are clearly eliminated in the subjective comparisons, and the average bit-rate reduction is up to 1.44%.

Keyword: Video compression, Multiview Video Coding (MVC), H.264/AVC, deblocking filtering

a) 경희대학교 전자정보대학

College of Electronics and Information, Kyung Hee University

† 교신저자 : 박광훈(ghpark@khu.ac.kr)

* 이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R0A-2005-000-10061-0)

1. 서론

다시점 비디오 코딩(Multiview Video Coding, H.264/AVC Amendment 4)은 기존의 동영상 국제표준인 H.264

(MPEG-4 part 10 AVC; Advanced Video Coding)를 기반으로 표준화가 진행 중인 기술이다. 시간방향으로는 2007년 7월에 표준화가 완료된 JSVC(Joint Scalable Video Coding, H.264/AVC Amendment 3)에서 시간적 스케일러 빌리티(temporal scalability)를 지원하기 위해 수행되는 방법인 계층적인 B-픽처(hierarchical B-pictures) 방법을 기반으로 코딩을 수행하고, 또한 뷰 간(inter-view)에 존재하는 상관도를 최대한 이용하기 위해 뷰 간 예측 코딩을 함께 수행하여 코딩 효율의 향상을 이루고 있다^{[1][2][3]}.

다시점 비디오 코딩에서는 기존의 H.264에서 사용되는 기술 이외에 몇 가지 툴들이 추가적으로 표준에 포함되어 코딩 효율을 더욱 높이고 있는데, 그 중 하나의 툴로 휘도 보상(illumination compensation; IC) 방법이 있다. 휘도 보상 방법은 뷰 간(inter-view) 및 뷰 내(intra-view) 예측 시 현재 블록과 움직임 벡터에 대응하는 참조 블록 간의 휘도 신호의 밝기의 차이를 평균만큼 보상해 주는 방법으로, 주로 뷰 간 예측 시 뷰 간에 존재하는 서로 다른 카메라의 입력으로부터 발생되어지는 밝기의 차이를 보상해 줌으로 예측 효율을 높이는 것이다. 구체적으로 휘도 보상 방법은 블록 단위로 수행이 되며, 휘도 보상에 사용되는 휘도 보상 값(IC offset)은 현재 블록과 참조 블록간의 각 픽셀의 차분 값에 대한 평균값으로 한다. 그리고 움직임 보상 시에 움직임 벡터에 대응하는 참조 블록의 각 휘도 신호 픽셀에 휘도 보상값을 각각 더해 보상함으로써 예측의 효율을 더욱 높이는 방법이다. 이 때 휘도 보상값은 블록 단위로 코딩하기 때문에 블록 마다 휘도 보상값이 존재할 수도 있고, 존재하지 않을 수도 있다. 또한 이웃 하는 블록 마다 휘도 보상값이 다를 수도 있다^[1].

다시점 비디오 코딩은 H.264의 블록 단위 코딩으로 인한 블로킹 현상(blocking artifacts)을 제거하기 위한 인코딩/디코딩 코딩 루프 안의 디블록킹 필터를 동일하게 포함하고 있다^[3]. 하지만 다시점 비디오 코딩에 새로이 적용된 휘도 보상 방법을 전혀 고려하지 않고 디블록킹 필터링을 수행하고 있다. 상기 설명한 것과 같이 휘도 보상 방법에서는 이웃하는 블록 간에 휘도 보상값의 차이가 존재하고, 이 휘도 보상값의 차이가 블로킹 현상의 주요 원인이 되는데, H.264의 디블록킹 필터링의 방법에서는 휘도 보상값에 대

한 고려를 전혀 하지 않기 때문에 블로킹 현상 자체를 효과적으로 제거하지 못한다. 그렇기 때문에 객관적인 코딩 효율 측정 방법(예를 들어 BD-PSNR^[4])에서는 휘도 보상을 수행함으로써 코딩 효율이 향상이 되었지만^[5], 발생하는 블로킹 현상에 의해 주관적 화질은 저하가 된다. 따라서 휘도 보상으로 인해 발생하는 블로킹 현상을 효과적으로 제거하기 위한 방법이 반드시 필요하다. 그리고 다시점 비디오 코딩은 H.264를 기반으로 하는 표준이기 때문에 기존의 디블록킹 필터링 방법에서 최소한의 변경만을 허용하여 설계되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 기존의 H.264에서의 디블록킹 필터링 방법과 현재 다시점 비디오 코딩에 적용되어 있는 휘도 보상 방법을 연계하여 분석하고, 분석한 내용을 바탕으로 효율적인 디블록킹 필터링 알고리즘을 제안한다.

II. 디블록킹 필터링 방법 설계를 위한 분석

본 장에서는 다시점 비디오 코딩에 포함되어 있는 H.264의 디블록킹 필터링 방법과 디블록킹 필터링을 그대로 적용하였을 때의 상황에서의 문제점을 살펴보고, 또한 휘도 보상 방법과 연계하여 분석함으로써 효율적인 디블록킹 필터링 알고리즘을 설계할 수 있도록 한다.

H.264의 디블록킹 필터링 방법은 크게 두 가지 과정을 통해 수행이 되는데, 먼저 블록 안의 다양한 조건들에 적합하게 경계 필터링 강도(boundary filtering strength; bS)를 설정하고, 그 후 결정된 필터링 강도에 따라 실제 필터링을 수행하는 과정이다^{[3][6]}. H.264의 디블록킹 필터링 방법의 순서도는 그림 1과 같다. 디블록킹 필터링 과정 중에서 중요한 부분은 코딩 되어 있는 경계에 위치하는 두 블록의 정보들을 이용하여 필터링 강도를 설정하는 부분인데 방법의 알고리즘은 다음과 같다. 필터링 강도는 숫자가 클수록 강한 것이고 0일 때는 필터링을 수행하지 않는 것이다.

Step 1) 만약 경계에 위치하는 두 블록 중에 하나라도 인트라(intra) 블록으로 코딩이 되었다면, Step 2로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 Step 3으로 분기한다.

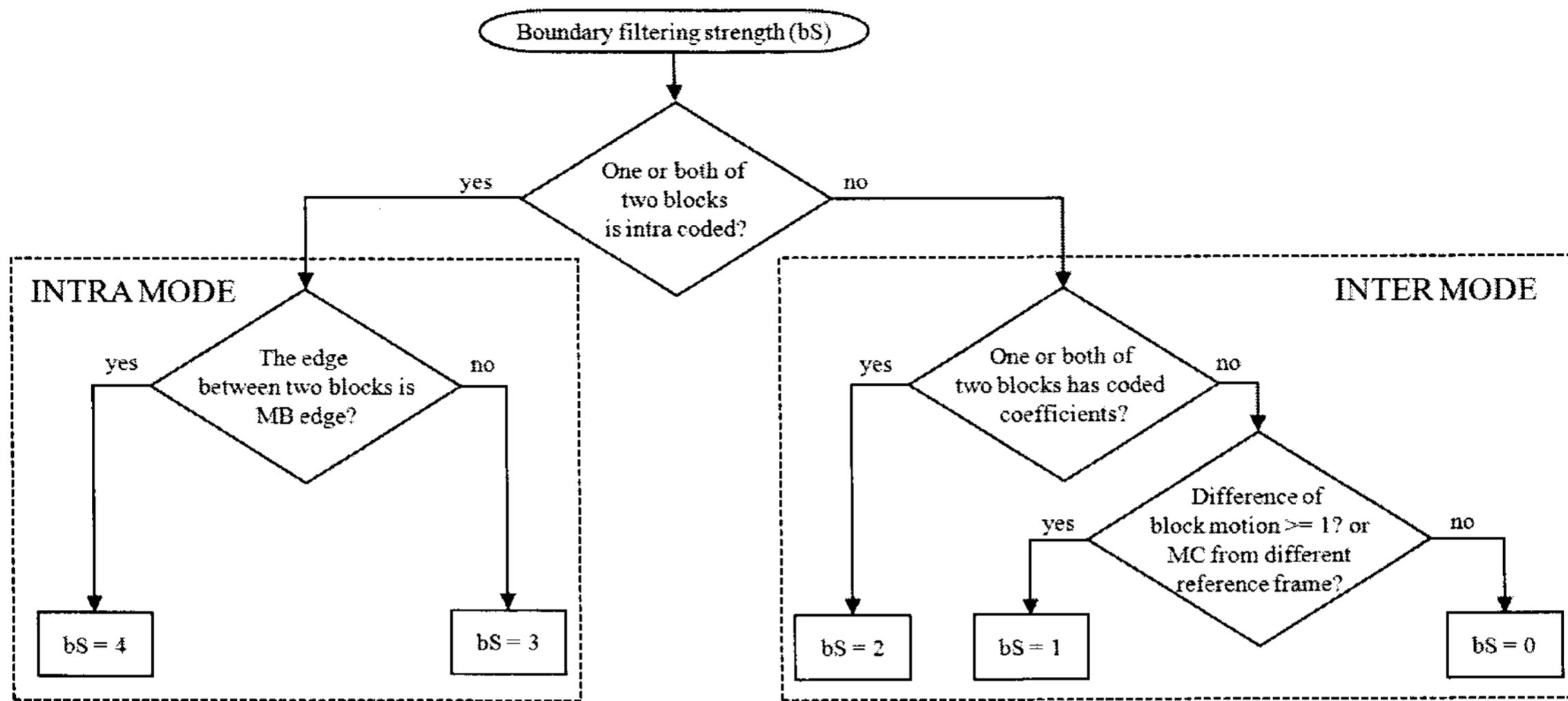


그림 1. H.264 디블록킹 필터링 방법의 순서도.
 Fig. 1. Flow chart of the deblocking filtering method of H.264.

- Step 2) 만약 두 블록의 경계가 매크로블록(macroblock; MB)의 경계라면 필터링 강도(bS)를 4로 한다. 만약 그렇지 않다면 필터링 강도를 3으로 한다.
- Step 3) 경계에 위치하는 두 블록 중에 하나라도 코딩된 계수(coded coefficient)가 존재한다면 필터링 강도를 2로 한다. 만약 그렇지 않다면 Step 4로 분기한다.
- Step 4) 만약 경계에 위치하는 두 블록의 움직임의 차이가 1 이상이거나 움직임 보상(motion compensation; MC)을 서로 다른 참조 프레임(reference frame)으로부터 했다면, 필터링 강도를 1로 한다. 만약 그렇지 않다면 필터링 강도를 0으로 한다.

우선 휘도 보상 방법에 적합한 디블록킹 필터링 방법은 기존의 H.264의 디블록킹 필터링 방법에서 최소한의 변경을 가져야 한다. 그 이유는 다시점 비디오 코딩이 H.264를 바탕으로 표준화를 진행 중이기 때문에 기존의 알고리즘을 최대한 유지하는 것이 H.264 기반 기술로써 합리적이라 할 수 있고, 또한 실제 구현할 때에도 기존 알고리즘에 추가하여 쉽게 구현이 가능하기 때문이다. 따라서 H.264의 디블록킹 필터링 방법을 기준으로 분석하면서 최대한 효율적인 알고리즘을 찾는 것이 중요하다.

먼저 그림 1에서 보는 것과 같이 디블록킹 필터링 방법은 경계에 위치하는 두 블록에 인트라 블록이 존재하는지에

따라서 인트라 모드(intra mode)와 인터 모드(inter mode) 두 부분으로 구분할 수 있다. 인트라 모드 부분은 경계에 위치하는 두 블록 중에 인트라 블록으로 코딩된 블록을 기준으로 필터링을 수행하기 때문에, 인터 블록에 적용되는 휘도 보상이 수행된 블록에 대한 별도의 필터링 과정은 의미가 없다. 따라서 다른 참조 픽처로부터 예측 코딩을 수행한 인터 블록 간의 경계에 적용하는 인터 모드 부분에 휘도 보상 방법에 적합한 디블록킹 필터링을 적용해야 한다.

또한 다시점 비디오 코딩에서 휘도 보상 방법은 인터 16x16 블록, 스킵(skip) 블록, 직접(direct) 블록에서만 사용이 된다. 따라서 모두 16x16 픽셀 사이즈의 매크로블록 단위로 수행이 되기 때문에 매크로블록 경계에 대해서만 고려를 하면 된다. 그리고 인터 모드 부분을 살펴보면 만약 코딩된 계수가 존재한다면 필터링 강도를 2로 하여 필터링을 수행할 것이다. 하지만 휘도 보상 방법이 적용되는 블록은 가장 큰 크기의 매크로블록 단위이기 때문에 대부분 배경이거나 복잡도가 높지 않은 영향일 가능성이 높다. 이러한 영역에서는 대부분 코딩된 계수가 존재하지 않고 참조 프레임으로부터의 예측만 수행할 가능성이 높다. 만약 코딩된 계수가 존재하지 않는다면 휘도 보상이 적용된 블록의 디블록킹 필터링 강도는 1 또는 필터링을 수행하지 않는 0의 값을 갖는다. 만약 경계에 위치하는 두 블록의

표 1. Ballroom QVGA 영상 시퀀스에서 휘도 보상이 적용된 블록의 주변 경계에서 사용된 필터링 강도의 빈도수.

Table 1. Frequencies of the boundary filtering strengths (bS) of the deblocking filter that are applied in the neighboring illumination compensated blocks in the Ballroom QVGA sequence.

QP=37			QP=32			QP=27			QP=22		
bS	frequency		bS	frequency		bS	frequency		bS	frequency	
0	111889	44%	0	223548	45%	0	448742	50%	0	649436	49%
1	116533	46%	1	204582	41%	1	291569	32%	1	366026	28%
2	20334	8%	2	62062	12%	2	146965	16%	2	286238	22%
3	0	0%	3	0	0%	3	0	0%	3	0	0%
4	6468	3%	4	10388	2%	4	13420	1%	4	17540	1%

필터링 강도가 1 혹은 2로 결정된 경우를 생각해보면, 휘도 보상이 적용되어 블로킹 현상이 발생한 영역에 어느 정도 디블록킹 필터링이 적용 될 것이다. 하지만 필터링 강도가 0으로 선택된 경우에는 디블록 필터링을 수행하지 않기 때문에 휘도 보상이 적용되어 발생한 블로킹 현상이 그대로 남게 될 것이다. 실제 실험을 통해 Ballroom QVGA 영상 시퀀스에서 휘도 보상이 적용된 블록의 매크로블록 경계에서 선택된 필터링 강도의 빈도수를 표 1에 나타내었다. 상기 예상했던 것과 같이 80% 이상의 필터링 강도 값이 1 또는 0의 값을 가지는 것을 확인할 수 있고, 휘도 보상이 적용된 블록 중 약 50% 정도가 디블록킹 필터링이 전혀 적용이 되지 않은 것을 확인할 수 있다. 필터링 강도가 0의

의미는 인터 블록 모드로 코딩된 경계에 위치하는 두 블록 모두 코딩된 계수가 존재하지 않고 참조하는 프레임이 같으며 움직임 벡터가 1 미만으로 차이가 나는 경우이다. 이와 같이 휘도 보상 방법이 적용된 블록 중에 약 50% 정도가 필터링을 수행하지 않는데, 이는 휘도 보상 블록에서 발생한 블로킹 현상은 유사한 참조 영역에서 데이터를 참조함에도 불구하고 휘도 보상으로 인한 블록 간에 평균값 자체에 차이가 생겨 휘도 신호의 레벨 차이로 인해 블로킹 현상이 발생하는 것이라 볼 수 있다.

실제 휘도 보상 방법을 실제로 Ballroom QVGA에 적용하여 실험한 결과 중 2번 뷰 191번째 프레임의 디코딩된 영상과 매크로블록 단위 휘도 보상이 적용된 블록 경계의

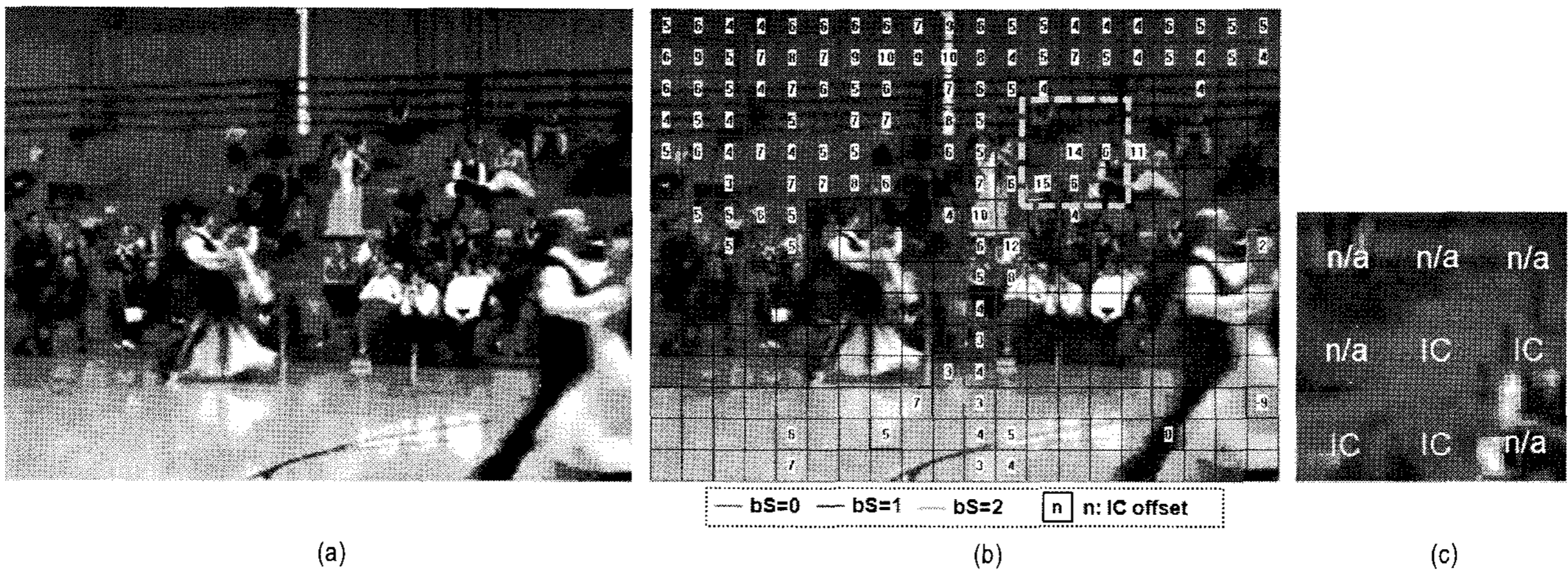


그림 2. Ballroom QVGA 영상 시퀀스의 2번 뷰 191번째 프레임의 디코딩된 영상과 분석 정보: (a) 디코딩된 영상, (b) 휘도 보상이 적용된 매크로블록 경계의 필터링 강도(bS)와 휘도 보상값(IC offset) 정보, (c) (b)의 표시영역의 확대 영상 (휘도 보상이 사용된 매크로블록을 'IC'로 표시, 휘도 보상이 사용되지 않은 매크로블록을 'n/a'로 표시).

Fig. 2. Decoded image and the analysis data in Ballroom QVGA view 2, 191st frame: (a) Decoded image, (b) Data of boundary filtering strengths (bS) between illumination compensated block boundaries and IC offset, (c) Magnified image of the dashed rectangle of the (b).

필터링 강도, 휘도 보상값을 그림 2에 도시하였다.

그림 2(a)는 실제 디코딩된 영상으로 그림 2(b)의 휘도 보상 블록 주변의 필터링 강도를 비교하여 살펴보면 휘도 보상 방법이 적용된 블록 주변 경계에서 필터링 강도가 0일 때($bS=0$), 즉 디블록킹 필터링이 적용되지 않은 블록 경계에 블로킹 현상 발생했음을 쉽게 확인할 수 있다. 그림 2(b)의 표시된 영역을 확대한 그림 2(c)를 보면 'IC'로 표현된 휘도 보상을 사용한 블록 주변 경계를 살펴보면 블로킹 현상이 발생했음을 분명히 볼 수 있는데, 휘도 보상이 적용된 블록과 적용되지 않은 블록간의 경계와 휘도 보상이 적용된 두 블록 간의 경계에서 휘도 보상값이 다를 경우에 블로킹 현상이 발생한 것을 알 수 있다.

실제 휘도 보상을 적용한 또 다른 예로 Exit QVGA 영상 시퀀스에 적용하여 실험한 결과 중 2번 뷰 12번째 프레임의 디코딩된 영상과 매크로블록 단위 휘도 보상이 적용된 블록 경계의 필터링 강도, 휘도 보상값을 그림 3에 도시하였다. 그림 3(a)는 실제 디코딩된 영상으로 그림 3(b)의 휘도 보상 블록 주변의 필터링 강도를 살펴보면 역시 필터링이 적용되지 않은 블록 경계에 블로킹 현상이 발생했음을 역시 확인할 수 있으며, 특히 배경의 평평한 영역에서 블로킹 현상이 분명하게 드러나는 것을 확인할 수 있다. 그림 3(b)의 표시된 영역을 확대한 그림 3(c)를 보면, 휘도 보상이

적용된 블록과 적용되지 않은 블록간의 경계에서 블로킹 현상이 발생한 것을 볼 수 있지만, 휘도 보상이 적용된 블록간에는 블로킹 현상이 발생하지 않았음을 볼 수 있다. 이것은 그림 3(b)의 휘도 보상값을 보면 알 수 있는데 휘도 보상값이 모두 '-3'으로 동일함을 확인할 수 있다.

III. 휘도 보상 방법에 적합한 디블록킹 필터링 방법

본 장에서는 앞 장에서 분석한 내용을 바탕으로 휘도 보상 방법에 적합한 디블록킹 필터링 방법을 설명한다. 앞 장에서 분석한 내용 중 설계에 필요한 내용을 정리하면 다음과 같다.

- H.264의 디블록킹 필터링 방법에서 최소한의 변경을 가져야 함
- 디블록킹 필터링 과정 중 인터 모드에서 적용이 가능함
- 휘도 보상 방법에 의해 발생하는 블로킹 현상은 대부분 필터링 강도(bS)가 0인 경계에서 발생
- 전체 경계 중 약 50% 정도가 필터링 강도가 0임

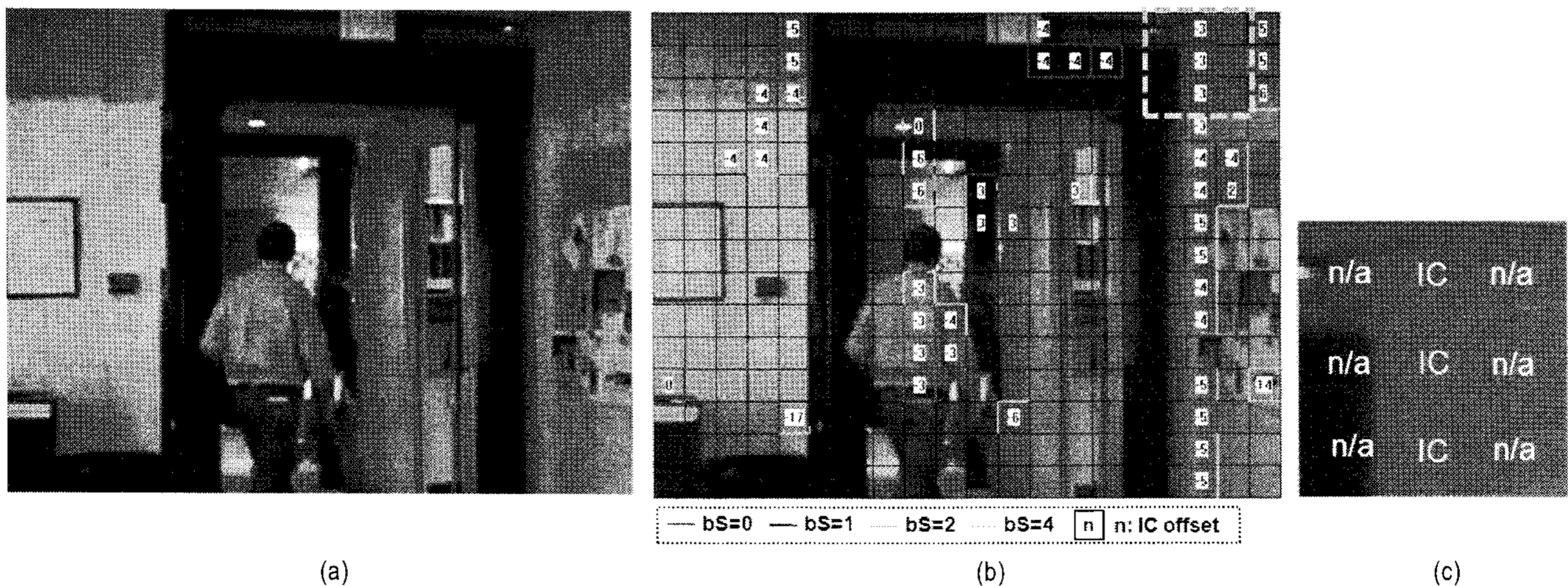


그림 3. Exit QVGA 영상 시퀀스의 2번 뷰 12번째 프레임의 디코딩된 영상과 분석 정보: (a) 디코딩된 영상, (b) 휘도 보상이 적용된 매크로블록 경계의 필터링 강도(bS)와 휘도 보상값(IC offset) 정보, (c) (b)의 표시영역의 확대 영상 (휘도 보상이 사용된 매크로블록을 'IC'로 표시).

Fig. 3. Decoded image and the analysis data in Exit QVGA view 2, 12th frame: (a) Decoded image, (b) Data of boundary filtering strengths (bS) between illumination compensated block boundaries and IC offset, (c) Magnified image of the dashed rectangle of the (b).

- 필터링 강도가 0인 경계 중 휘도 보상이 적용된 블록과 적용되지 않은 블록의 경계에서 블로킹 현상이 발생
- 필터링 강도가 0인 경계 중 휘도 보상이 적용된 블록 간의 경계에서 휘도 보상값이 다른 경우에 블로킹 현상이 발생
- 필터링 강도가 0인 경계 중 휘도 보상이 적용된 블록 간의 경계에서 휘도 보상값이 같은 경우 블로킹 현상 발생하지 않음

이러한 사실을 바탕으로 휘도 보상 방법에 적합한 디블록킹 필터링을 쉽게 구성할 수 있다. 먼저 필터링 강도가 0일 때 휘도 보상이 적용된 블록의 경계에서 블로킹 현상이 발생하기 때문에 H.264의 디블록킹 필터링 방법에서 필터링 강도가 0일 될 때에 제안하는 알고리즘을 구성하면 될 것이다. 이와 같이 알고리즘을 구성하게 되면 H.264 디블록킹 필터링 방법을 그대로 유지하면서 알고리즘의 가장 마지막 부분에 한 번의 비교만을 더 수행하면 된다.

또한 분석 결과에서 필터링 강도가 0일 때, 휘도 보상이 적용된 블록과 적용되지 않은 블록의 경계와 휘도 보상이 적용된 블록간의 경계에서 보상값이 다를 경우에 블로킹 현상이 발생하기 때문에, 이 상황에서는 특정한 필터링 강도를 결정하여 필터링을 적용하면 된다. 또한 휘도 보상이 적용된 블록간의 경계에서 휘도 보상값이 같은 경우에는 블로킹 현상이 발생하지 않기 때문에 디블록킹 필터링을 수행하지 않아도 된다. 여기서 제안하는 디블록킹 필터링 방법에서 필터링을 수행해야할 경계의 필터링 강도를 결정해야 한다. 그런데 필터링 강도 4는 가장 강한 필터링으로 동일한 방법으로 수행되는 필터링 강도 1, 2, 3보다 더 많은 픽셀에 필터 영향을 주게 되어 영상의 뭉개짐 현상이 심하게 발생할 수 있다. 그렇기 때문에 필터링 강도 1, 2, 3 중에 하나를 선택하는 것이 좋다. 필터링 강도 1, 2, 3의 차이점은 단지 필터링을 수행할 때 특정 픽셀이 필터링이 수행되기 전의 값에서 변경될 수 있는 값의 범위가 다르다는 것인데 우리가 보통 적용하는 양자화 파라미터(22~37)에서는 서로 큰 차이를 갖지 않는다³⁾. 따라서 필터링 강도는 간편하게 1로 정의하여 사용할 수 있다.

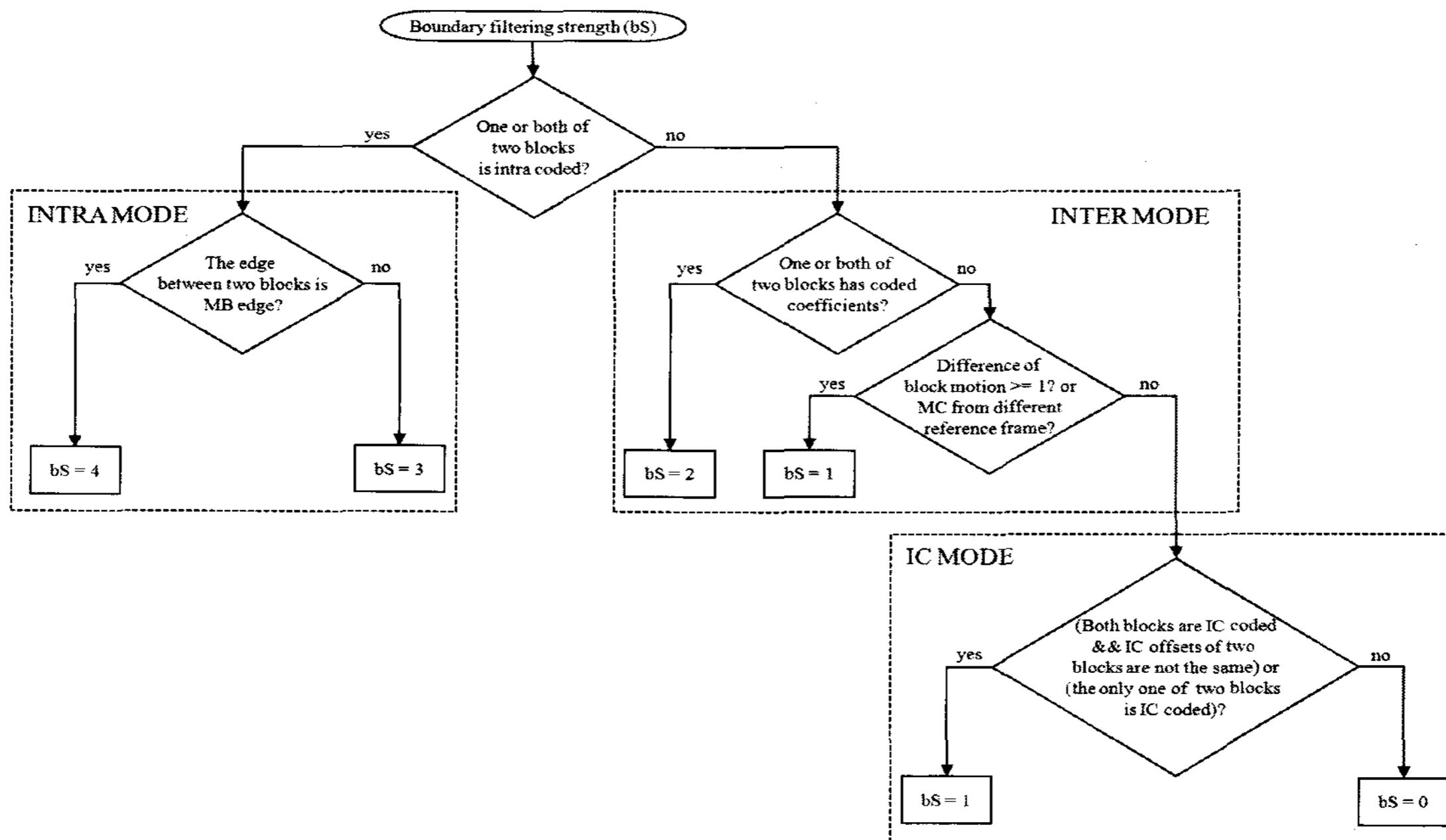


그림 4. 휘도 보상 방법에 적합한 디블록킹 필터링 방법의 순서도
 Fig. 4. Flow chart of the deblocking filtering method of the illumination compensation method

이러한 사실을 바탕으로 휘도 보상에 적합한 더블록킹 필터링 방법을 구성할 수 있는데, 제안하는 알고리즘의 순서도는 그림 4와 같다. 기존의 인트라 모드와 인터 모드에 휘도 보상 모드(IC mode)를 기존 알고리즘 마지막 부분에 추가한 것을 확인할 수 있다. 제안하는 방법의 자세한 알고리즘은 다음과 같다.

- Step 1) 만약 경계에 위치하는 두 블록 중에 하나라도 인트라 블록으로 코딩이 되었다면, Step 2로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 Step 3으로 분기한다.
- Step 2) 만약 두 블록의 경계가 매크로블록의 경계라면 필터링 강도(bS)를 4로 한다. 만약 그렇지 않다면 필터링 강도를 3으로 한다.
- Step 3) 경계에 위치하는 두 블록 중에 하나라도 코딩된 계수가 존재한다면 필터링 강도를 2로 한다. 만약 그렇지 않다면 Step 4로 분기한다.
- Step 4) 만약 경계에 위치하는 두 블록의 움직임의 차이가 1 이상이거나 움직임 보상을 서로 다른 참조 프레임으로부터 했다면, 필터링 강도를 1로 한다. 만약 그렇지 않다면 Step 5로 분기한다.
- Step 5) 경계에 위치하는 두 블록 모두 휘도 보상을 적용한 블록이고 두 블록의 휘도 보상값이 다르거나, 두 블록 중에 하나의 블록만 휘도 보상을 적용하였다면, 필터링 강도를 1로 한다. 만약 그렇지 않다면 필터링 강도를 0으로 한다.

IV. 제안하는 방법의 실험 결과

제안하는 방법의 성능을 측정하기 위해 표준화가 진행 중인 다시점 비디오 코딩의 참조 소프트웨어(reference software)인 JMVM 2.0^[7]과 JMVM 2.0에 제안하는 방법을 구현하여 평균 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)과 비트율(bit-rate) 결과와 주관적 화질 비교를 수행하였다. 실험은 기본적으로 JVT-U211^[8] 문서의 공통 테스트 조건(common test condition)에 따라 수행하였다. 표 2는 평균적인 PSNR과 비트율을 나타내는 BD-PSNR, BD-rate^[4] 결과를 보여준

다. 더블록킹 필터링 방법은 주관적 화질에 영향을 미치는 기술임에도 불구하고 객관적 화질에도 조금의 향상이 있음을 확인할 수 있다. 특히 Breakdancers 영상 시퀀스의 결과에서는 평균 비트율이 1.44% 감소했음을 확인할 수 있다. 이는 다시점 비디오 코딩은 프레임 간 예측 코딩이 중심이 되는데 휘도 보상 방법이 적용 되면서 발생한 블록킹 현상을 제거함으로써 참조 프레임의 화질이 향상됨에 따라 예측 효율이 향상이 되었다고 볼 수 있다.

표 2. 공통 테스트 조건에서의 BD-PSNR, BD-rate 비교 결과.

Table 2. Comparison of BD-PSNR and BD-rate results at common test condition.

Sequence	Type	BD-PSNR	BD-rate
Ballroom	VGA	0.004 dB	-0.103%
Exit	VGA	0.011 dB	-0.368%
Race1	VGA	0.009 dB	-0.221%
Flamenco2	VGA	0.009 dB	-0.197%
Uli	XGA	0.002 dB	-0.056%
Breakdancers	XGA	0.031 dB	-1.440%
Akko&Kayo	VGA	0.011 dB	-0.209%
Rena	VGA	0.036 dB	-0.853%

Breakdancers 시퀀스의 객관적 성능 향상을 알아보기 위해 비트율 대비 PSNR 결과 그래프를 그림 5에 도시하였다. 결과를 통해 제안하는 방법에서 성능의 향상이 있음을 눈으로 쉽게 확인할 수 있다.

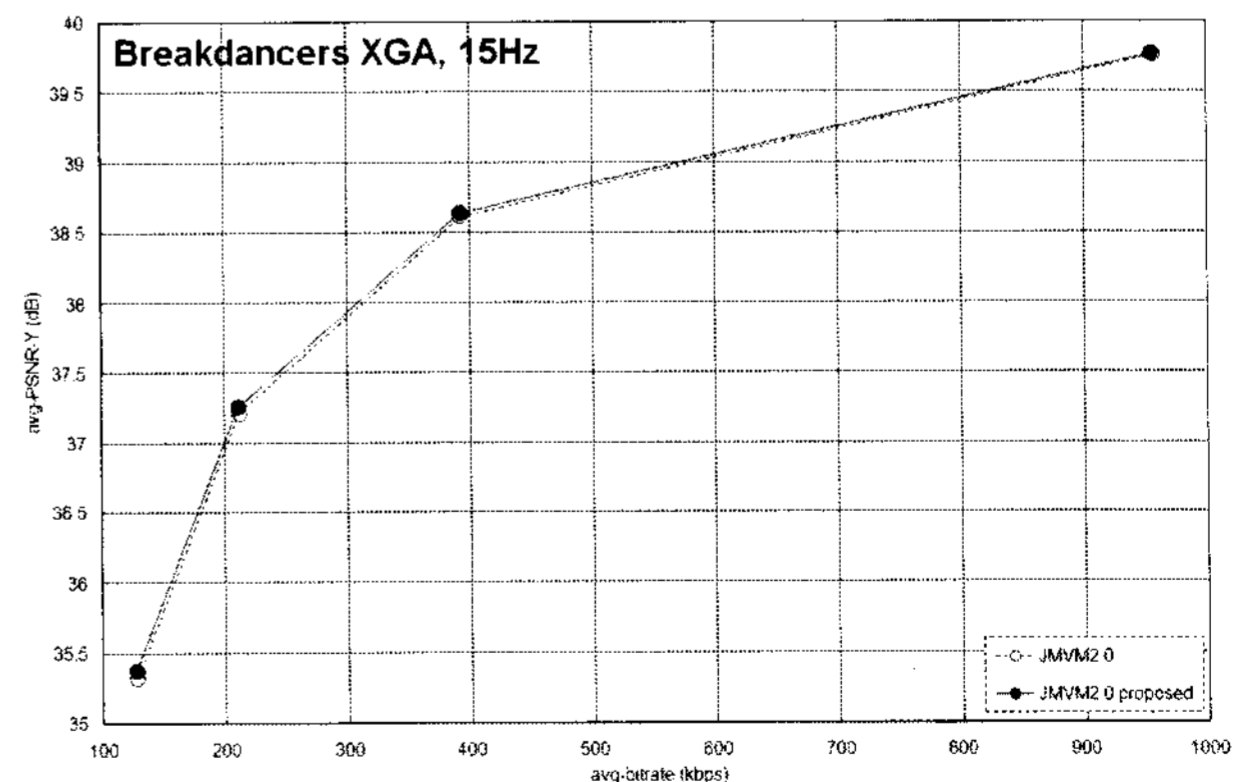
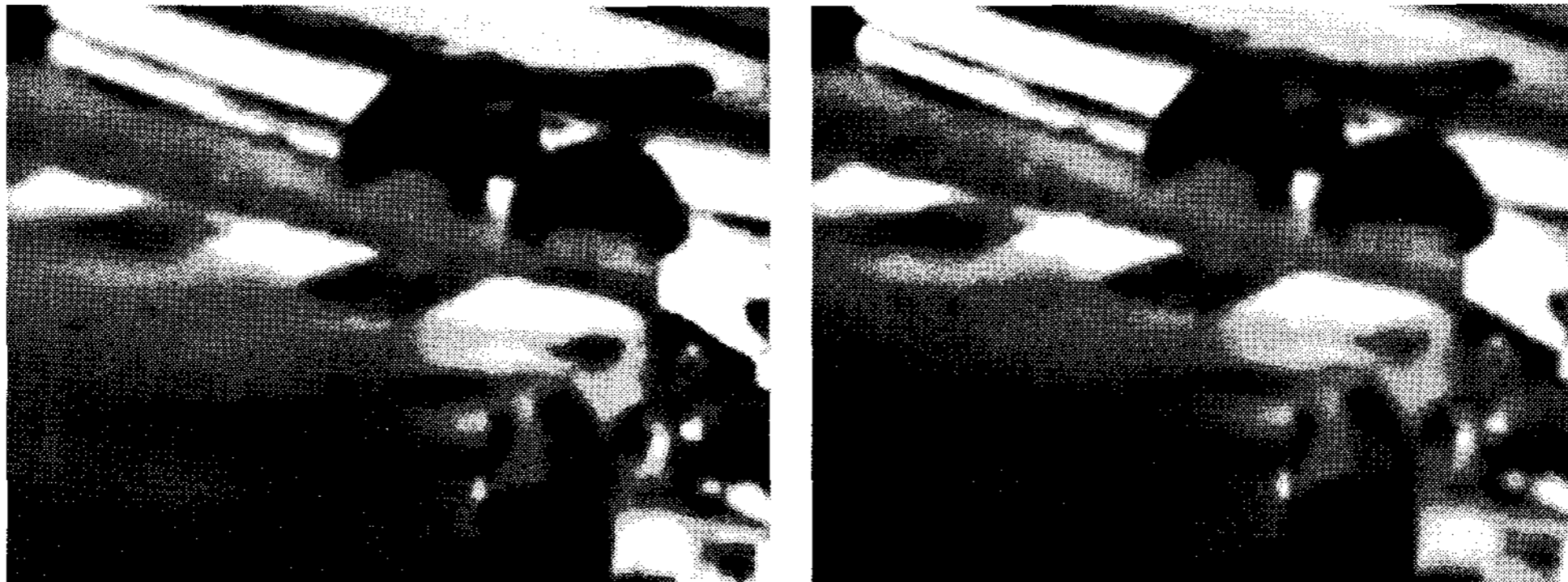


그림 5. Breakdancers 시퀀스에서 PSNR 결과 비교

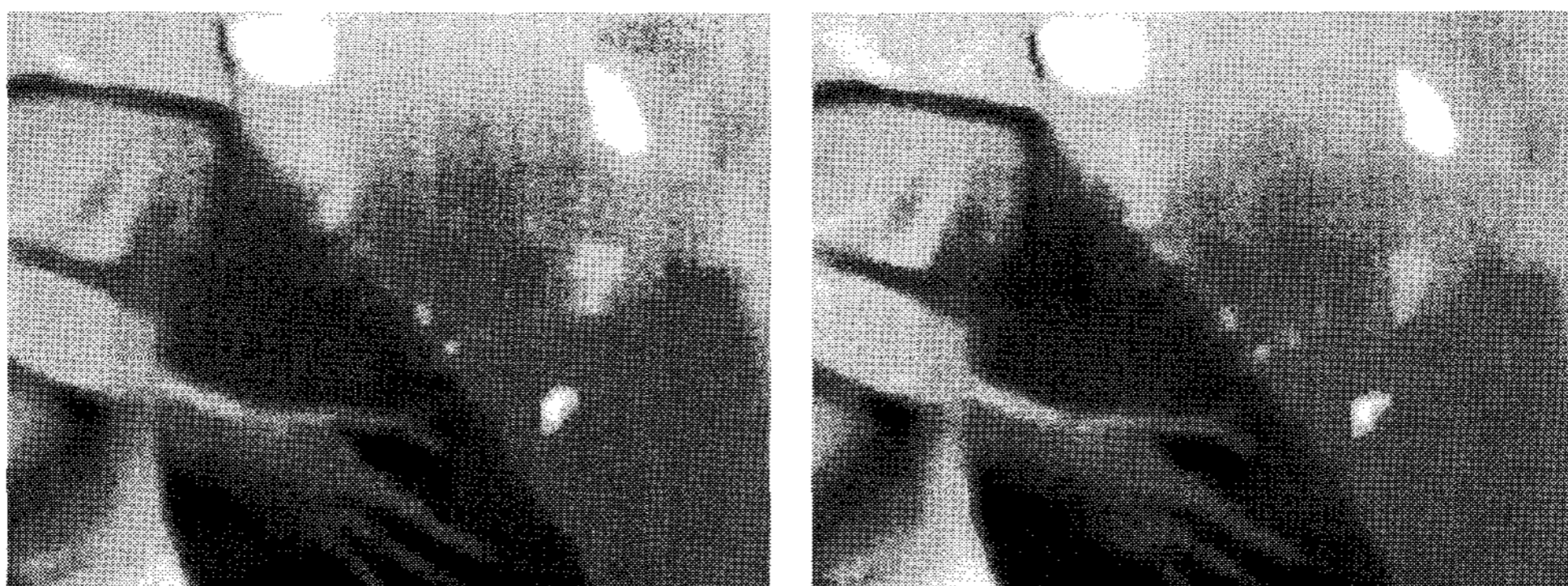
Fig. 5. Comparison of PSNR results in Breakdancers sequence

그림 6은 제안하는 휘도 보상에 적합한 더블록킹 필터링 방법과 기존의 H.264의 더블록킹 필터링 방법의 주관적 화질 비교를 수행한 영상이다. 비교 결과 휘도 보상 방법을 포함하는 다시점 비디오 코딩에서 더블록킹 필터링

방법을 사용했을 때 발생하였던 블록킹 현상들이 제안하는 방법을 사용하였을 경우 완전히 사라지는 것을 쉽게 확인할 수 있다.



(a) Race1 VGA 영상 시퀀스의 2번째 뷰 3번째 프레임 비교 결과 (좌: JMVM 2.0, 우: 제안하는 방법)



(b) Akko&Kayo VGA 영상 시퀀스의 2번째 뷰 37번째 프레임 비교 결과 (좌: JMVM 2.0, 우: 제안하는 방법)



(c) Ballroom VGA 영상 시퀀스의 2번째 뷰 191번째 프레임 비교 결과 (좌: JMVM 2.0, 우: 제안하는 방법)

그림 6. 주관적 화질 비교 결과.

Fig. 6. Subjective image quality comparisons: (a) Race1 VGA view 2, 3rd frame (left: JMVM2.0, right: proposed method), (b) Akko&Kayo VGA view 2, 37th frame (left: JMVM 2.0, right: proposed method), (c) Ballroom VGA view 2, 191st frame (left: JMVM 2.0, right: proposed method).

V. 결 론

본 논문에서는 다시점 비디오 코딩에서 새로 추가된 틀인 휘도 보상 방법을 사용하면서 발생한 블록킹 현상을 기존의 H.264 디블록킹 필터링 방법과 연계하여 분석하여, 기존 알고리즘을 최소한으로 변경하면서 효율적으로 블록킹 현상을 제거할 수 있는 방법을 제안하였다. 제안하는 방법을 JMVM 2.0에 구현하여 다양한 시퀀스에 적용하여 비교한 결과 참조 프레임의 화질 향상에 따른 예측 효율 향상으로 평균 비트율이 최고 1.44% 까지 감소되었으며, 주관적 화질 비교에서는 휘도 보상 방법에 의해 발생된 블록킹 현상들이 완전히 제거되었다. 본 논문에서 제안하는 디블록킹 필터링 방법은 디블록킹 필터링 강도를 적응적으로 주는 방법과 함께 다시점 비디오 코딩 표준 JMVM(Joint Multiview Video Model)에 채택되었다^{[9][10][11]}.

참 고 문 헌

- [1] A. Vetro, P. Pandit, H. Kimata, A. Smolic, "Joint Multiview Video Model (JMVM) 5.0," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-X207, Switzerland, June-July 2007.
- [2] A. Vetro, P. Pandit, H. Kimata, A. Smolic, "Joint Draft 4.0 on Multiview Video Coding," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-X209, Switzerland, October 2007.
- [3] ITU-T and ISO/IEC JTC1, "Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services," ITU-T Recommendation H.264 - ISO/IEC 14496-10 AVC, 2003.
- [4] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," ITU-T SG16 Q.6, VCEG-M33, Texas, USA, April 2001.
- [5] Y. L. Lee, J. H. Hur, Y. Lee, K. Han, S. Cho, N. Hur, J. Kim, J. Kim, P. Lai, A. Ortega, Y. Su, P. Yin, C. Gomila, "CE11 : Illumination Compensation," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-U052r2, China, October 2006.
- [6] P. List, A. Joch, J. Lainema, G. Bjontegaard, M. Karczewicz, "Adaptive Deblocking Filter," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 13, no. 7, July 2003.
- [7] P. Pandit, A. Vetro, Y. Chen, "JMVM 2 software," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-U208, China, October 2006.
- [8] A. Su, A. Vetro, A. Smolic, "Common Test Conditions for Multiview Video Coding," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-U211, China, October 2006.
- [9] A. Vetro, P. Pandit, H. Kimata, A. Smolic, "Joint Multiview Video Model (JMVM) 6.0," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-Y207, China, October 2007.
- [10] G. H. Park, M. W. Park, D. Y. Suh, K. Kim, "MVC Deblocking for Illumination Compensation," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-V033, Morocco, January 2007.
- [11] W. S. Shim, M. W. Park, G. H. Park, D. Y. Suh, H. S. Song, Y. H. Moon, J. B. Choi, "MVC Deblocking for Illumination Compensation," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-W024, California, USA, April 2007.

저 자 소 개



박 민 우

- 2003년 2월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2005년 2월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2005년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- 주관심분야 : 비디오 신호처리, 멀티미디어, 영상처리

저 자 소 개

**박 광 훈**

- 1985년 2월 : 연세대학교 전자공학과 학사
- 1987년 7월 : 연세대학교 전자공학과 석사
- 1991년 1월 : Case Western Reserve University, Dept. of EEAP 석사
- 1995년 1월 : Case Western Reserve University, Dept. of EEAP 박사
- 1995년 3월 ~ 1997년 2월 : 현대전자 멀티미디어연구소 책임연구원
- 1997년 3월 ~ 2001년 2월 : 연세대학교 문리대학 전산학과 부교수
- 2001년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 교수
- 주관심분야 : 멀티미디어, 비디오 신호처리, 패턴인식, 영상처리, 계산지능