

일반논문-08-13-3-10

다시점 비디오 부호화의 기준 영상 화질 향상 방법

박민우^{a)}, 박종태^{a)}, 박광훈^{a)†}

A Method for Improving Anchor Picture Quality of Multiview Video Coding Scheme

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

요약

본 논문에서는 다시점 비디오 부호화에서 색차 보상을 적용하여 비용면에서 효과적으로 기준 영상의 품질을 향상시키는 방법을 소개한다. 제안하는 방법은 기준 P-영상에만 적용이 되며, 그 중에서도 INTER 16x16 모드와 SKIP 모드에만 적용된다. JVT의 공통 실험 조건을 사용하여 실험을 수행하였을 경우, 휘도 성분 신호인 Y 신호에서 거의 동일한 성능을 유지하면서, 색차 성분인 U, V 신호에 대해 평균 BD-PSNR이 각각 0.136 dB, 0.127 dB 향상되었고, 저비트율 실험에서는 Y, U, V 신호에 대해 평균 BD-PSNR이 각각 0.141 dB, 0.494 dB, 0.525 dB 향상되었다. 제안하는 방법을 적용하는 기준 P-영상의 비중은 전체 영상 시퀀스에서 4.18%로 상당히 비중이 작기 때문에 필요한 계산 복잡도는 상당히 낮다고 할 수 있으며, 이에 비해 색상 정보의 부호화 효율은 매우 향상되었음을 확인할 수 있다.

Abstract

This paper introduces a cost-effective method for improving anchor picture quality of a multiview video coding scheme that is mainly based on chroma compensation. Proposed method is applied to both INTER 16x16 and SKIP modes in only anchor P-pictures. By testing using JVT common test conditions, simulation results show that proposed method can obtain the average BD-PSNR gains for U and V as 0.136 dB and 0.127 dB, respectively, while maintaining almost same performance for Y (luminance). For the range of low bit-rates, it is observed that average BD-PSNR gains of Y, U, and V are 0.141 dB, 0.494 dB and 0.525 dB, respectively. Necessary computational complexity is very marginal because the number of anchor P-pictures is only 4.18% in comparison with whole coded sequences, however it can be found that the proposed method can significantly improve the coding efficiencies of color components.

Keyword: Video compression, Multiview Video Coding (MVC), H.264/AVC, Anchor picture

1. 서론

다시점 비디오 부호화(Multiview Video Coding)는 여러 개의 카메라로부터 입력 받은 다수의 시점(view)들을 효율적으로 부호화하기 위해 기존의 동영상 국제표준인 H.264 (MPEG-4 part 10 AVC; Advanced Video Coding)의 확장

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 지원(No. R0A-2005-000-10061-0)과 2007년도 경희대학교 연구년 지원을 받아 수행된 연구임

기술(H.264 Amendment 4)로 표준화가 진행 중이며, 2008년 7월 표준화 완료를 목표로 하고 있다. 시점 내(inter-view) 부호화 즉, 시간 방향 부호화는 2007년 7월 표준화가 완료된 JSVC(Joint Scalable Video Coding, H.264 Amendment 3)에서 시간적 스케일러빌리티(temporal scalability)를 지원하기 위해 수행되는 계층적인 B-영상(hierarchical B-pictures) 구조 부호화를 기반으로 수행하고, 시점 간(inter-view)에 존재하는 상관도를 최대한 이용하기 위해 시점 간 예측 부호화를 수행하여 부호화 효율의 향상을 이루고 있다^{[1][2][3][4]}.

그림 1은 다시점 비디오 부호화의 기본 예측 구조의 예로써, 8개의 시점을 시간 방향 GOP(group of pictures) 크기를 8로 하여 부호화를 수행 할 때의 모습을 보여준다. S0, S1, S2, ..., S7은 각각의 시점을 의미하고, T0, T1, T2, ..., T16은 시간 방향의 영상을 나타낸다. 그리고 각 시점의 첫 번째 시간(T0)의 영상들과 그 이후로 시간 방향으로 GOP 크기 만큼 떨어있는 영상들(즉, T8, T16, ...)을 기준 영상(anchor

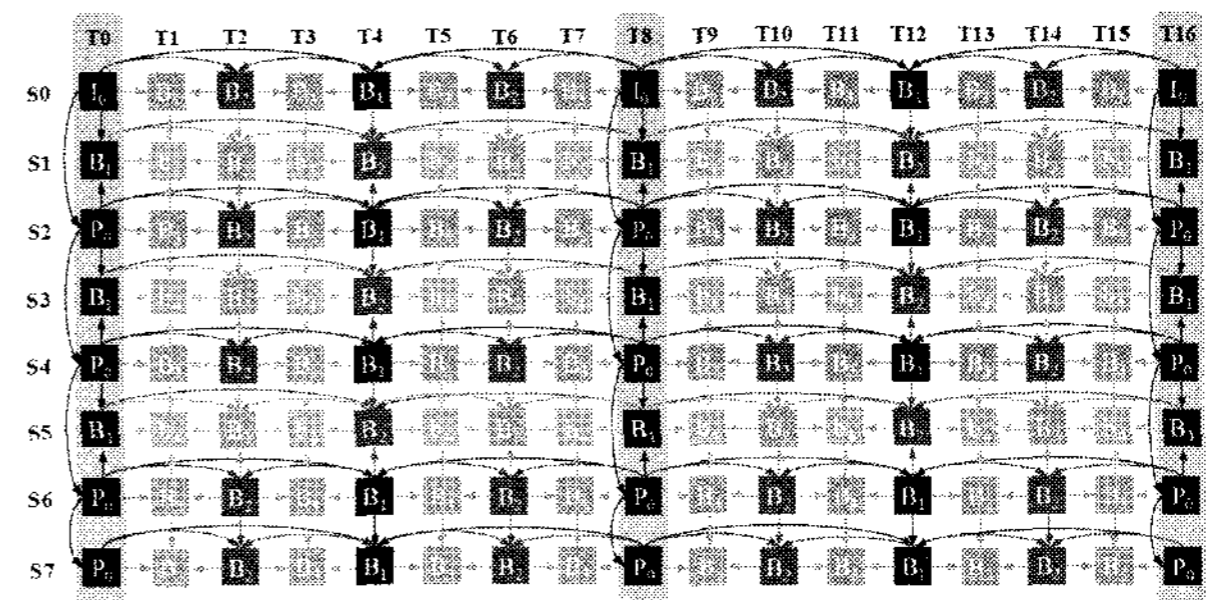


그림 1. 다시점 비디오 부호화 예측 구조의 예 (GOP 크기=8).
Fig. 1. Example of the prediction structure of Multiview Video Coding (GOP size=8)

picture)이라고 하는데, 이 영상은 시점 방향의 예측만을 수행하며, 비기준 영상(non-anchor picture) 예측 부호화의 기준이 되는 중요한 영상이다. 그리고 비기준 영상은 시간 방향으로 기준 영상을 기준으로 하는 계층적인 B-영상 구조 방법을 사용하여 부호화를 수행하고, 추가적으로 매 두 번째 시점(S1, S3, S5, S7)에서 예측 부호화 효율 향상을 위해

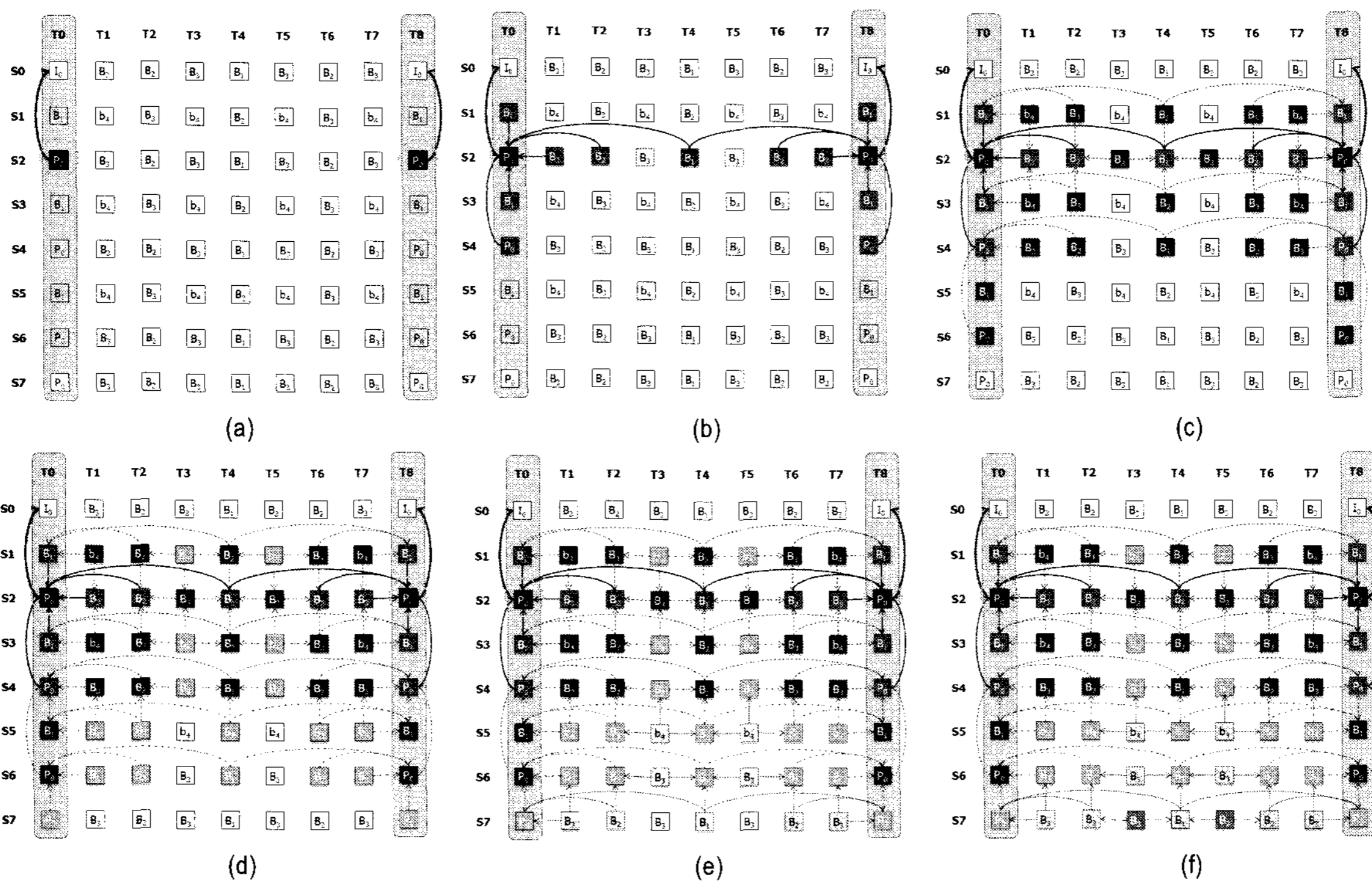


그림 2. 기준 영상 T0/S2(P0)와 T8/S2(P0)로부터 예측의 영향을 지속적으로 받는 영상들
Fig. 2. Pictures that are continuously affected by anchor pictures T0/S2(P0) and T8/S2(P0)

이웃하는 시점으로부터의 시점 간 예측을 함께 수행한다.

그림 1과 같은 부호화 구조에서 기준 영상 T0/S2(P0)와 T8/S2(P0)의 화질이 GOP 전체에 미치는 영향을 그림 2(a)부터 그림 2(f)까지 예측이 수행되는 순서대로 나타내었다. 일반적인 동영상 부호화는 영상 간 예측을 기반으로 수행이 되는데, 보통 예측의 대상이 되는 참조 영상의 화질은 예측을 수행하는 영상들에게 그대로 전과되어지기 때문에 예측의 대상이 되는 영상의 화질이 중요하다. 특히, 그림 2와 같이 예측 부호화를 연속적으로 수행하는 다시점 비디오 부호화 구조에서는 예측의 시작이 되는 참조 영상의 화질은 상당히 중요하고 할 수 있다. 또한 각 시점 안에서의 예측을 위해 사용되는 계층적인 B-영상 구조에서는 계층에 따라 양자화 간격을 가변적으로 설정하는데, 그 중에 기준 영상의 양자화 간격을 비기준 영상보다 상대적으로 좁게 설정하기 때문에 비기준 영상들은 기준 영상의 데이터 대부분을 그대로 예측하여 사용할 가능성이 높다^{[5][6]}. 따라서 기준 영상의 화질은 곧 전체 부호화 효율에 영향을 줄 수 있음을 짐작할 수 있다.

기준 영상 예측은 H.264에서의 방법을 그대로 사용하는 데, 이는 단일 시점 부호화에 적절한 방법으로 시점 간에 존재하는 특성들을 고려하지 않기 때문에, 최적의 부호화 효율을 얻지 못하며 주관적인 화질 열화 또한 발생한다. 따라서 상기 언급한 것과 같이 기준 영상의 화질은 다시점 비디오 부호화 예측 구조에 의해 다른 모든 영상에 영향을 주기 때문에, 전체적인 부호화 효율 역시 최적의 효율을 얻지 못할 것이며, 전체적으로 주관적 화질 열화가 발생하게 될 것이다.

현재 다시점 비디오 부호화의 JMVM(Joint Multiview Video Model)에는 시점 간에 존재하는 특성을 이용하는 방법으로, 시점 방향에 존재하는 휘도 신호의 레벨의 차이를 매크로블록(macroblock) 단위로 보상해 주는 휘도 보상(illumination compensation) 방법이 포함되어 어느 정도 부호화 효율이 향상시키고 있지만, 시점 간에 존재하는 다른 특성들을 고려한 방법은 존재하지 않는다^[1].

따라서 본 논문에서는 현재 다시점 비디오 부호화 방법에 포함되어 있지 않은 시점 방향의 특성들을 고려하기 위한 기준 영상에서의 매크로블록 단위 색차 보상(chrominance compensation) 방법과 P-SKIP 모드 블록에서 움직임 벡터

(motion vector) 유도 방법 제안한다. 다시점 비디오 부호화 표준화에 제안되었던 H.264의 가중치 예측(weighted prediction) 방법과 유사한 영상 단위 색차 보상 방법이 있지만, 이는 실험 시퀀스 종류에 따라 성능이 고르지 못하고 동영상 부호화에 주로 사용하는 YUV 색상 모델이 아닌 RGB 색상 모델에 적용해야 하는 단점이 있어 표준에서 고려하지 않았다^{[7][8]}. 본 논문에서 제안하는 방법은 이 방법과는 달리 현재 다시점 비디오 부호화에서 발생하는 문제점들을 해결할 수 있는 비용면에서 효과적인 새로운 방법으로 다시점 비디오 부호화의 객관적, 주관적 부호화 효율 모두에서 고른 성능 향상을 가져다 줄 수 있는 방법이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존의 다시점 비디오 부호화에서의 기준 영상 부호화 방법을 분석하고, III장에서는 II장에서 분석한 내용을 바탕으로 기준 영상 화질을 향상시킬 수 있는 제안하는 방법을 설명한다. IV에서는 제안하는 방법의 실험 결과를 분석하고 V장에서는 결론을 기술한다.

II. 다시점 비디오 부호화에서의 기준 영상 부호화 방법 분석

본 장에서는 현재 다시점 비디오 부호화에서 기준 영상의 시점 방향 부호화 시에 발생하는 문제점들을 분석한다.

먼저 그림 3은 Race1 QVGA 영상 시퀀스를 양자화 변수(quantization parameter; QP) 37로 하고 휘도 보상 방법을 함께 사용하여 실제 부호화하였을 때 2번 시점, 15번째 영상, 기준 P-영상의 복호된 영상(그림 3(a))과 복호된 블록 모드(그림 3(b))를 도시한 것이다. 그림 3(a)을 보면 화면 내에 블록킹 현상(blocking artifacts)과 같은 화질 열화가 발생한 것을 확인할 수 있으며, 특히 그림 3(b)의 블록모드와 그림 3(a)의 A 영역을 비교하여 살펴보면 블록킹 현상과 같은 화질 열화가 발생된 부분의 블록이 SKIP 모드 블록과 일치하는 것을 확인할 수 있다.

그림 3의 현상을 분석하기 위해 그림 4에서 그림 3 영상의 Y, U, V 성분별 영상을 출력하였다. 그림 4(a)의 Y 성분 영상에서는 주관적 화질 열화의 원인을 발견할 수 없고,

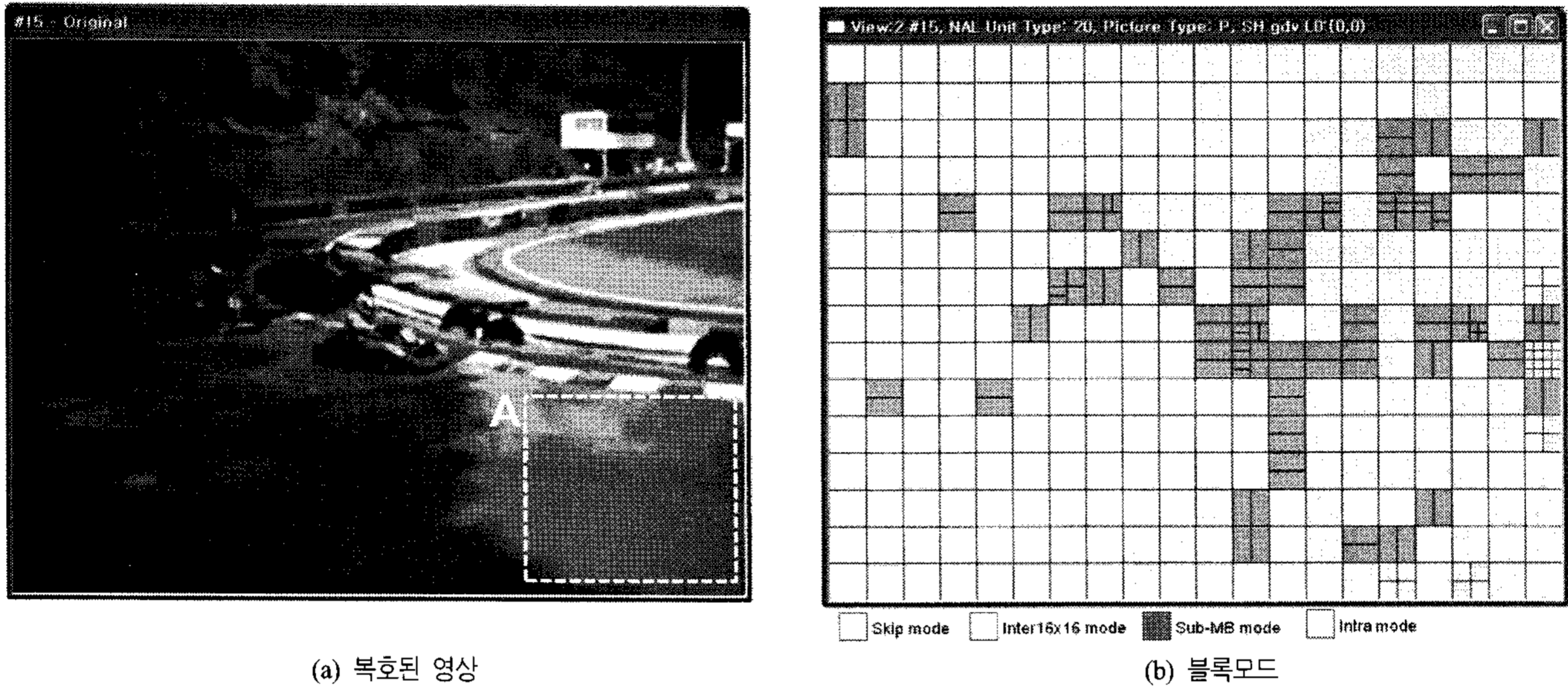


그림 3. Race1 QVGA 30Hz의 복호된 기준 P-영상과 블록 모드(view_id=2, POC=15th, QP=37)

Fig. 3. Decoded anchor P-picture and block modes of Race1 QVGA 30Hz (view_id=2, POC=15th, QP=37): (a) decoded image, (b) block modes

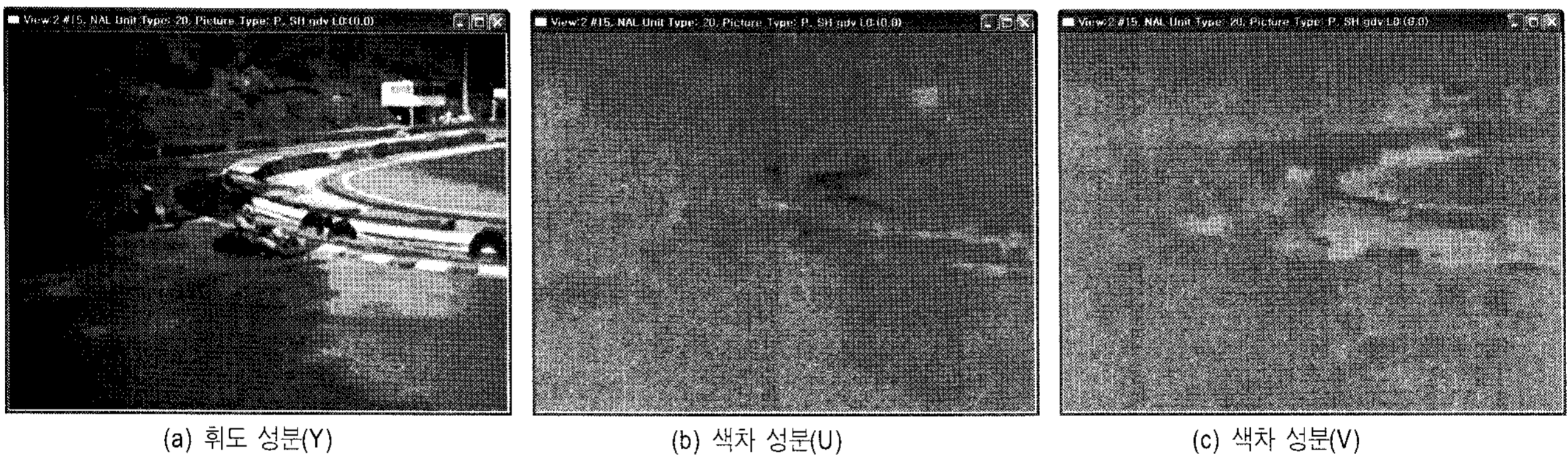


그림 4. 그림 3 영상의 Y, U, V 성분 영상.

Fig. 4. Y, U and V components of the picture of Fig. 3: (a) luminance component (Y), (b) chrominance component (U), (c) chrominance component (V)

그림 4(b)와 그림4(c)의 U, V 성분 영상에서는 주관적 화질 열화의 발생 원인을 발견할 수 있다. 특히 그림 3(a)의 A 영역과 그림 4(c)의 V 성분 영상을 비교하여 살펴보면 SKIP 모드 블록과 동일한 위치에 주관적 화질 열화가 발생하고 있음을 확인할 수 있다. 이와 같은 현상은 다시점 비디오 부호화 방법에서 영상 내에서 SKIP 모드 블록이 선택될 때 잔여 데이터(residual data)를 전혀 보내주지 않게 되는데, 휘도 신호 블록에서는 휘도 보상 방법을 통해 시점 간에 존재하는 레벨의 차이가 어느 정도 보상이 되었지만, 색차 신호에 대해서는 전혀 보상을 수행하지 않기 때문에 발생된 문제라고 볼 수 있다.

그림 5는 그림 3의 2번 시점 기준 영상(그림 5의 좌측 영상)을 참조 영상으로 하여 4번 시점 기준 영상(그림 5의 우측 영상)을 예측 부호화했을 때, 참조 영상 색차 신호 V 성분에서 발생한 화질 열화가 동일한 형태로 예측을 수행하는 영상으로 전파(propagation)된 모습을 보여준다. 이를 통해 시점 간에 존재하는 색차 신호 성분의 레벨의 차이를 고려하지 않았을 때 발생된 열화가 예측 부호화에 의해 쉽게 전이되어 전체 부호화 효율에 영향을 줄 것임을 예측할 수 있다.

또한 다시점 비디오 부호화의 P-SKIP 모드에서 움직임 벡터 유도 과정 역시 단일 시점 부호화에 적합하게 설계하였기 때문에^[9], 시점 간에 존재하는 특성을 고려하지 못하

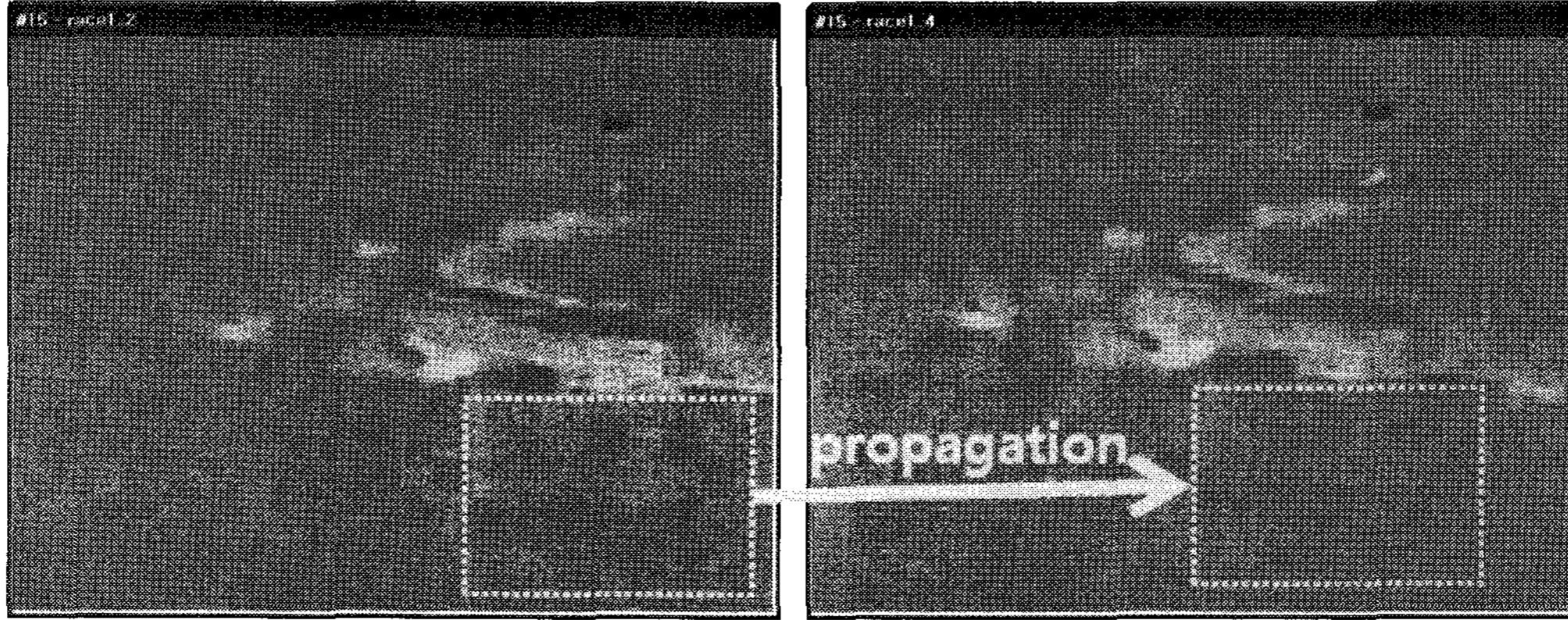


그림 5. 2번 시점 기준 영상의 V 영상에서 그림 3의 기준 영상을 참조하는 4번 시점의 기준 영상의 V 영상에 화질 열화가 전파된 모습
 Fig. 5. Propagation of quality degradation of V component image from referred anchor picture (view 2) to current anchor picture (view 4)

고 있다. 현재 유도 방법의 순서도는 그림 6과 같고, 자세한 알고리즘은 다음과 같다^{[2][3]}.

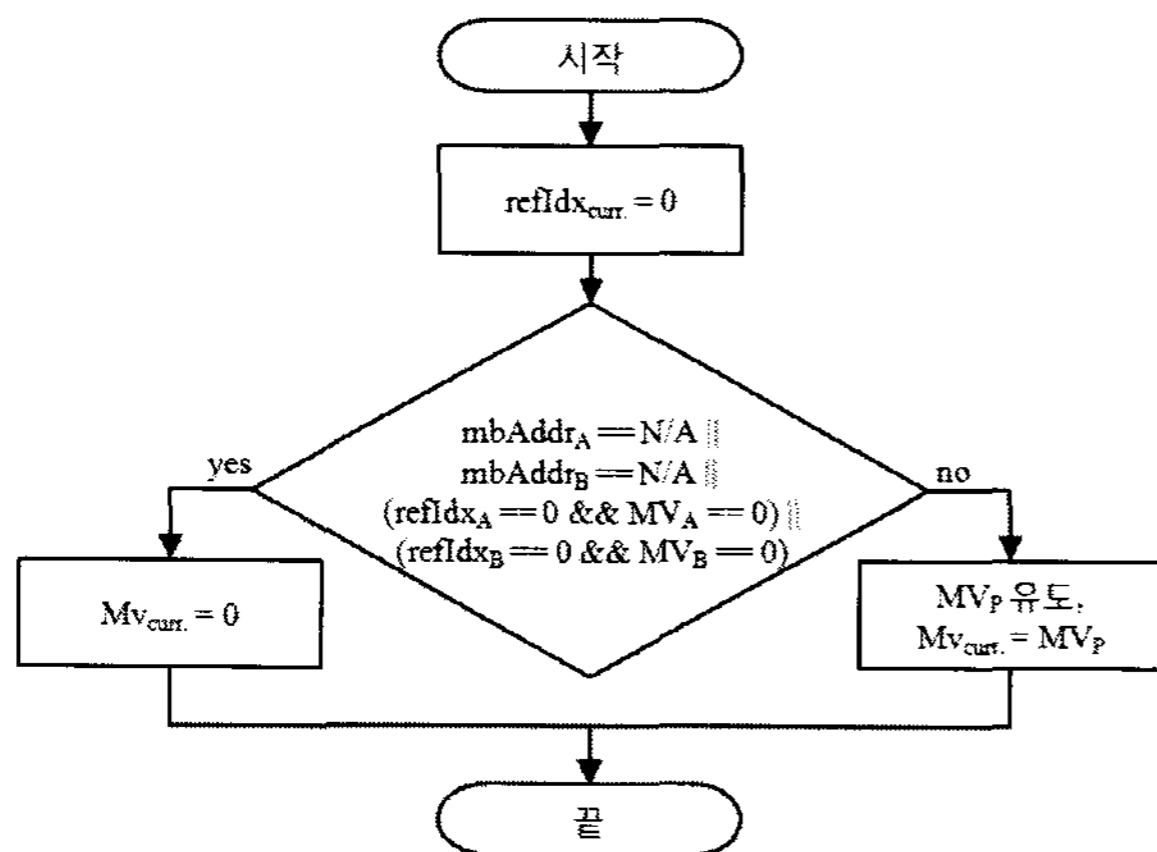


그림 6. P-SKIP 모드의 움직임 벡터 유도 방법의 순서도
 Fig. 6. Flow chart of the derivation of motion vector in P-SKIP mode

- 1 단계: 현재 블록의 참조 영상 색인(refIdx_{curr})을 0으로 한다.
- 2 단계: 만약 아래의 조건 중 하나의 조건이라도 만족하면 현재 블록의 움직임 벡터(MV_{curr})를 0으로 한다. 만약 그렇지 않다면 3 단계로 분기한다.
 - 현재 블록의 좌측 블록이 사용 가능하지 않을 때(mbAddr_A is not available)
 - 현재 블록의 상단 블록이 사용 가능하지 않을 때(mbAddr_B is not available)

- 현재 블록의 좌측 블록의 참조 영상 색인(refIdx_A)이 0이고, 움직임 벡터(MV_A)가 0일 때
 - 현재 블록의 상단 블록의 참조 영상 색인(refIdx_B)이 0이고, 움직임 벡터(MV_B)가 0일 때
- 3 단계: INTER 모드 블록에서의 움직임 벡터 예측값(MV_P)을 유도하고, 유도한 움직임 벡터 예측값(MV_P)을 현재 블록의 움직임 벡터(MV_{curr})로 한다.

상기 P-SKIP 모드에서 움직임 벡터 유도 방법의 2 단계의 움직임 벡터가 0이 되는 조건은 단일 시점 부호화에서 주변 블록이 사용가능하지 않거나 주변 블록에 움직임이 없을 때 정적인(stationary) 움직임을 갖는 영역이라고 가정을 하는 것인데^[9], 다시점 비디오 부호화의 시점 간에 존재하는 특성인 변이(disparity)를 전혀 고려하지 않았음을 알 수 있다^[10].

그림 7은 현재 영상(view_{id}=k+1)의 두 번째 블록을 시점 방향 참조 영상(view_{id}=k)을 참조하여 P-SKIP 모드 블록으로 부호화를 수행할 때, 현재 P-SKIP 모드 블록 움직임 벡터 유도 과정의 문제점을 보여준다. 상기 움직임 벡터 유도 알고리즘에서 2 단계의 움직임 벡터가 0이 되는 조건 중, 두 번째 조건에 의해 상단 블록이 사용가능 하지 않기 때문에 현재 블록의 움직임 벡터를 0으로 설정하게 된다. 이와 같이 유도된 움직임 벡터 0을 사용하여 움직임 보상을 수행하면, 그림 7의 맨 우측과 같은 예측 영상을 얻을 수 있는데,

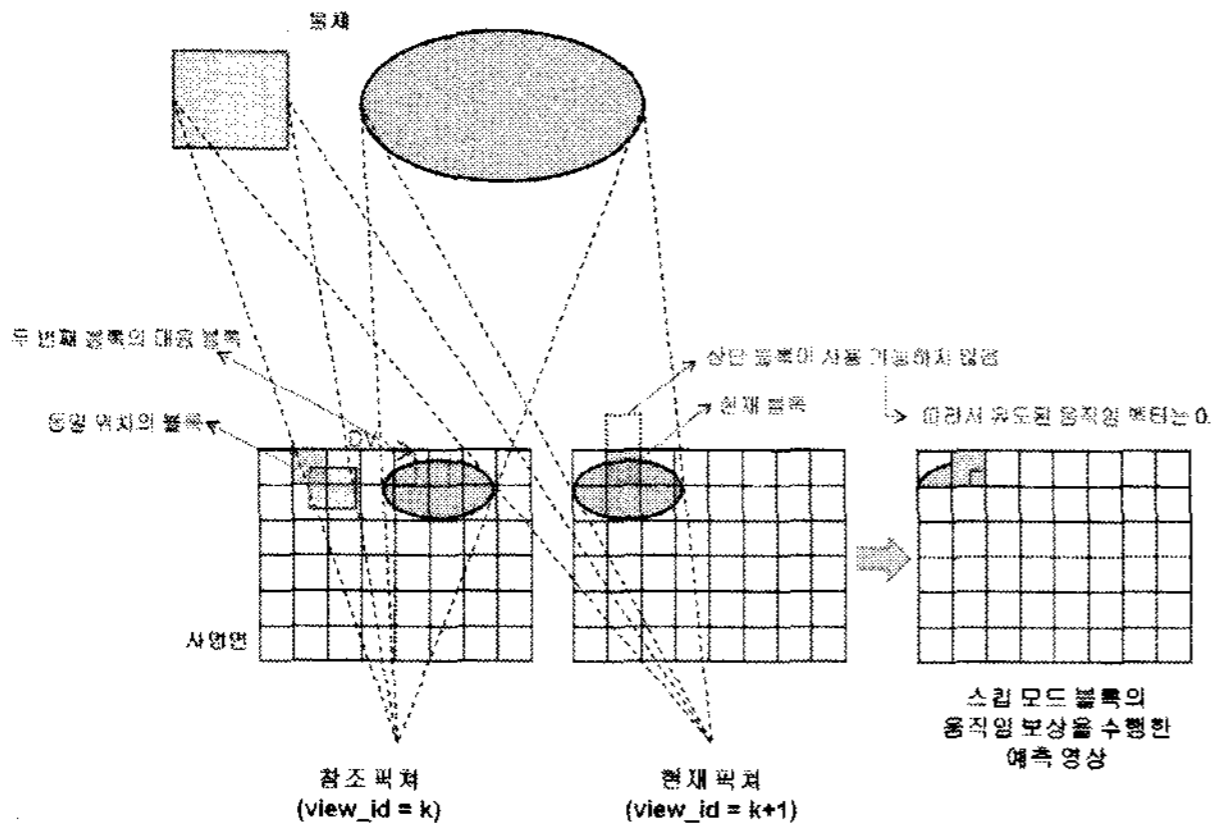


그림 7. 시점 간 예측 시 P-SKIP 모드 블록에서 변이를 고려하지 않았을 때 잘못된 예측 데이터의 예

Fig. 7. Example of inappropriate inter-view prediction of P-SKIP mode when it does not consider any disparity of inter-view

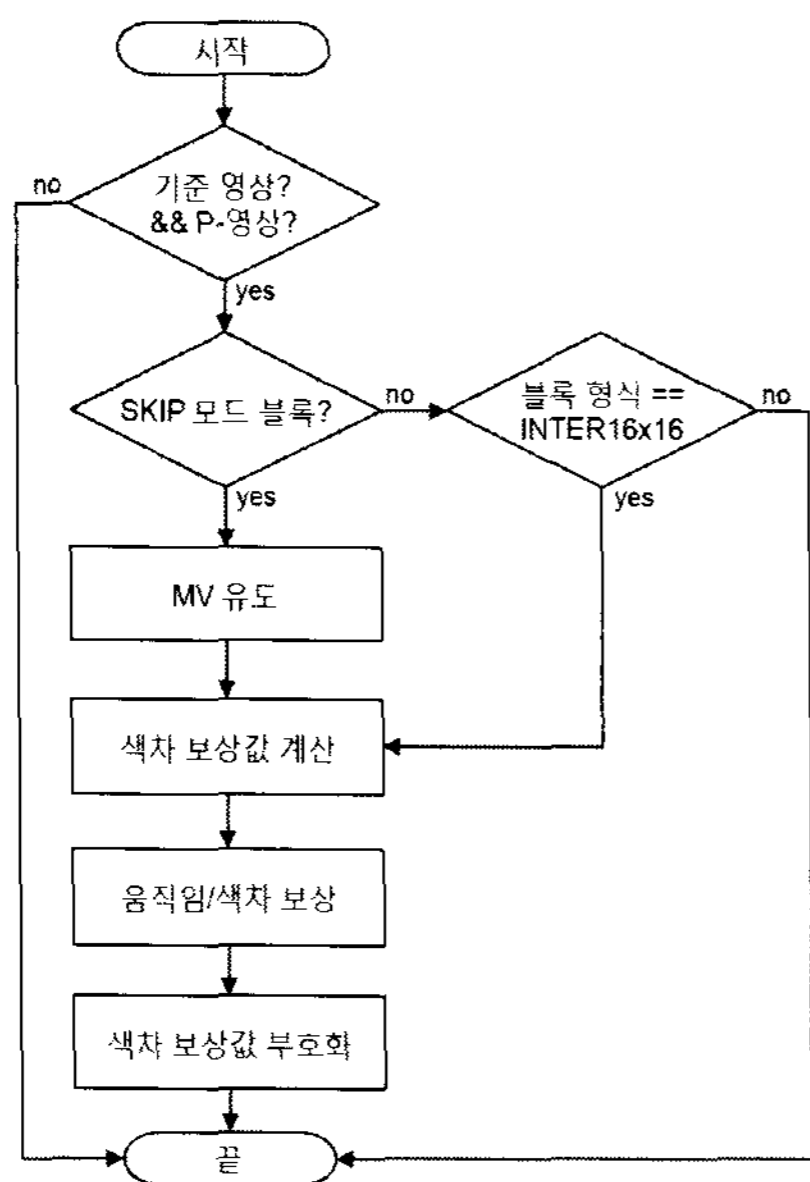
참조 영상의 동일한 위치인 두 번째 블록에서 데이터를 그대로 가져와 실제 현재 블록에 대응되는 영상을 획득하지 못했음을 쉽게 확인할 수 있다. 따라서 시점 간의 변이를 고려할 수 있도록 움직임 벡터 유도 방법이 수정되어야 한다.

III. 제안하는 기준 영상 화질 향상 방법

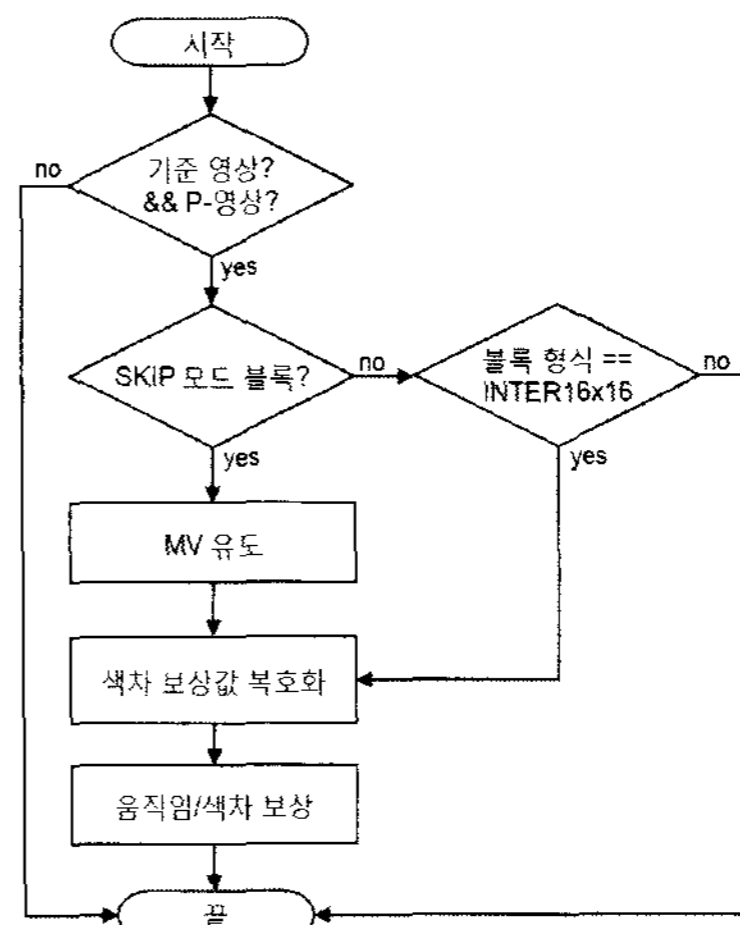
본 장에서는 앞 장에서 분석한 내용을 바탕으로 기준 영상에서 시점 간 예측 시, 시점 간에 존재하는 특성들 중에 다시점 비디오 부호화에 포함되어 있지 않은 색차 보상 방법과, P-SKIP 모드에서 움직임 벡터 유도 방법에서 시점 간의 변이를 고려하는 방법을 제안한다.

시점 간 예측 시, 색차 신호 레벨의 차이를 고려하지 않아서 발생하는 눈에 보이는 화질 열화는 주로 기준 P-영상에서 발생하는데, 이 기준 P-영상은 계층적인 B-영상 예측 구조에서 가장 상위에 위치하기 때문에 다른 기준 영상 또는 비기준 영상의 화질에 쉽게 영향을 준다. 따라서 제안하는 색차 보상 방법은 기준 P-영상에만 적용하도록 하며, 다시점 비디오 부호화 방법의 휘도 보상 방법과 동일하게 매크로블록 단위로 부호화를 수행하는 P-SKIP 모드와 INTER 16x16 모드 블록에만 적용한다.

제안하는 부호화 방법과 복호화 방법의 흐름은 각각 그림 8(a), 그림 8(b)와 같다. 제안하는 부호화 방법 알고리즘



(a) 부호화 과정의 순서도



(b) 복호화 과정의 순서도

그림 8. 제안하는 부호화 방법과 복호화 방법.

Fig. 8. Proposed methods of encoding and decoding: (a) flow chart of encoding process, (b) flow chart of decoding process.

은 다음과 같다.

- 1 단계: 만약 현재 영상이 기준 영상이고 P-영상이라면 2 단계로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 알고리즘을 종료한다.
- 2 단계: 만약 현재 블록이 SKIP 모드 블록이라면 4 단계로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 3 단계로 분기한다.
- 3 단계: 만약 현재 블록이 INTER 16x16 모드 블록이라면 5 단계로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 알고리즘을 종료한다.
- 4 단계: 제안하는 SKIP 모드 움직임 벡터 유도 방법을 수행하여 현재 블록의 움직임 벡터를 구한다.
- 5 단계: 현재 블록과 참조 블록 간의 색차 보상값(chroma offset)을 구한다.
- 6 단계: 움직임 보상(motion compensation) 및 색차 보상을 함께 수행한다.
- 7 단계: 색차 보상 예측값을 구한 뒤, 색차 보상값과 색차 보상 예측값의 차분값을 부호화한다.

제안하는 복호화 방법의 알고리즘은 다음과 같다.

- 1 단계: 만약 현재 영상이 기준 영상이고 P-영상이라면 2 단계로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 알고리즘을 종료한다.
- 2 단계: 만약 현재 블록이 SKIP 모드 블록이라면 4 단계로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 3 단계로 분기한다.
- 3 단계: 만약 현재 블록이 INTER 16x16 모드 블록이라면 5 단계로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 알고리즘을 종료한다.
- 4 단계: 제안하는 SKIP 모드 움직임 벡터 유도 방법을 수행하여 현재 블록의 움직임 벡터를 구한다.
- 5 단계: 색차 보상 차분값을 복호화하고 색차 보상 예측값을 구한 뒤 실제 색차 보상값을 구한다.
- 6 단계: 움직임 보상 및 색차 보상을 수행한다.

그림 8(a)의 부호화 과정에서 색차 보상값 계산은 현재 블록과 움직임 벡터에 대응하는 참조 블록 간의 색차 신호 레벨의 차이를 구하는 것으로 U, V 색차 신호의 색차 보상

값을 구하는 방법의 수식은 각각 (1), (2)와 같다.

$$offset_{cb} = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N \{f_{cb}(i,j) - r_{cb}(i,j)\} \quad (1)$$

$$offset_{cr} = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N \{f_{cr}(i,j) - r_{cr}(i,j)\} \quad (2)$$

$offset_{cb}$ 와 $offset_{cr}$ 은 각각 U, V성분의 색차 보상값을, $f_{cb}(i,j)$ 와 $f_{cr}(i,j)$ 은 각각 부호화하려는 블록의 U, V성분의 화소값을, $r_{cb}(i,j)$ 와 $r_{cr}(i,j)$ 은 각각 현재 블록의 움직임 벡터에 대응하는 참조 블록의 U, V 화소값을 의미하며, M 과 N 은 각각 가로 세로의 블록 크기를, (i,j) 는 블록 안에서 각 화소의 좌표값을 나타낸다.

그림 8(a)와 그림 8(b)의 색차 보상은 상기 구한 색차 보상값을 참조 블록에 더해 줌으로 참조 블록의 색차 신호 레벨을 현재 블록의 색차 신호 레벨에 맞추는 것이다. U, V 색차 신호의 색차 보상을 수행하는 방법의 수식은 각각 (3), (4)와 같다.

$$r'_{cb}(i,j) = r_{cb}(i,j) + offset_{cb} \quad (3)$$

$$r'_{cr}(i,j) = r_{cr}(i,j) + offset_{cr} \quad (4)$$

$r'_{cb}(i,j)$ 와 $r'_{cr}(i,j)$ 은 각각 색차 보상을 수행한 U, V 성분의 화소값을, $r_{cb}(i,j)$ 와 $r_{cr}(i,j)$ 은 각각 참조 블록의 U, V성분의 화소값을, $offset_{cb}$ 와 $offset_{cr}$ 은 각각 U, V성분의 색차 보상값을 의미하며, (i,j) 는 블록 안에서 각 화소의 좌표값을 나타낸다.

색차 보상값 정보는 엔트로피 부호화 효율 향상을 위해, 주변 블록의 정보를 이용하여 색차 보상 예측값을 구한 후, 색차 보상값과 색차 보상 예측값을 차분한 색차 보상 차분값을 부호화한다. 여기서 색차 보상 예측값을 구할 때 사용하는 주변 블록은 그림 9와 같고, 색차 보상 예측값의 유도 알고리즘은 다음과 같으며 U, V 성분에 대해 각각 수행한다.

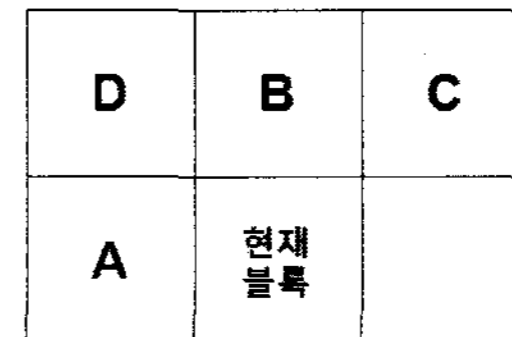


그림 9. 색차 보상 예측값 유도 시 사용되는 주변 블록.

Fig. 9. Neighboring blocks for deriving the chroma offset prediction.

- 1 단계: A, B, D 블록 모두 사용 가능하고, 현재 블록과 참조 영상 색인이 동일하고, 색차 보상값이 모두 0이 아니라면, 2 단계로 분기한다. 만약 그렇지 않다면, 3 단계로 분기한다. (주변 블록이 P-SKIP 모드 블록이나 INTER 16x16 모드 블록이 아닐 경우에는 색차 보상값을 0으로 간주한다.)
- 2 단계: A블록과 D블록의 색차 보상값 차이의 절대값과 B블록과 D블록의 색차 보상값 차이의 절대값을 구하고, 만약 A블록과 D블록의 색차 보상값 차이의 절대값이 B블록과 D블록의 색차 보상값 차이의 절대값 보다 작다면($|D-A| < |D-B|$), B 블록의 색차 보상값을 색차 보상 예측값으로 한다. 만약 그렇지 않다면($|D-A| \geq |D-B|$), A 블록의 색차 보상값을 색차 보상 예측값으로 한다.
- 3 단계: A, B, C 블록 모두 사용 가능하고, 현재 블록과 참조 영상 색인이 동일하고, 색차 보상값이 모두 0이 아니라면, A, B, C 블록의 색차 보상값의 중앙값(median)을 색차 보상 예측값으로 한다. 만약 그렇지 않다면, 4 단계로 분기한다.
- 4 단계: A 블록이 사용 가능하고, 현재 블록과 참조 영상 색인이 동일하고, 색차 보상값이 0이 아니라면, A 블록의 색차 보상값을 색차 보상 예측값으로 한다. 만약 그렇지 않다면, 5 단계로 분기한다.
- 5 단계: B 블록이 사용 가능하고, 현재 블록과 참조 영상 색인이 동일하고, 색차 보상값이 0이 아니라면, B 블록의 색차 보상값을 색차 보상 예측값으로 한다. 만약 그렇지 않다면, 6 단계로 분기한다.
- 6 단계: C 블록이 사용 가능하고, 현재 블록과 참조 영상 색인이 동일하고, 색차 보상값이 0이 아니라면, C 블록의 색차 보상값을 색차 보상 예측값으로 한다. 만약 그렇지 않다면, 7 단계로 분기한다.
- 7 단계: D 블록이 사용 가능하고, 현재 블록과 참조 영상 색인이 동일하고, 색차 보상값이 0이 아니라면, D 블록의 색차 보상값을 색차 보상 예측값으로 한다. 만약 그렇지 않다면, 8 단계로 분기한다.
- 8 단계: A, B, C 블록 모두 사용 가능하고, 색차 보상값이 0이 아니라면, A, B, C 블록의 색차 보상값의 중앙

값을 색차 보상 예측값으로 한다. 만약 그렇지 않다면, 9 단계로 분기한다.

9 단계: 색차 보상 예측값을 0으로 설정한다.

제안하는 P-SKIP 모드 블록 움직임 벡터 유도 과정은 기존의 유도 과정에서 간단히 시점 간의 변이를 고려하기 위해, 현재 영상이 기준 영상일 경우 배경이 정적일 경우를 가정하는 움직임 벡터가 0이 되는 조건을 수행하지 않는 것이다. 일반적으로 변이는 보통 주변 블록의 부호화된 움직임 벡터들로부터 유도할 수 있기 때문에, 제안하는 방법을 통해 움직임 벡터 유도 과정을 수행한다면 예측의 정확성을 높일 수 있다. 제안하는 P-SKIP 모드 블록에서 움직임 벡터 유도과정의 순서도는 그림 10과 같고, 자세한 알고리즘은 다음과 같다.

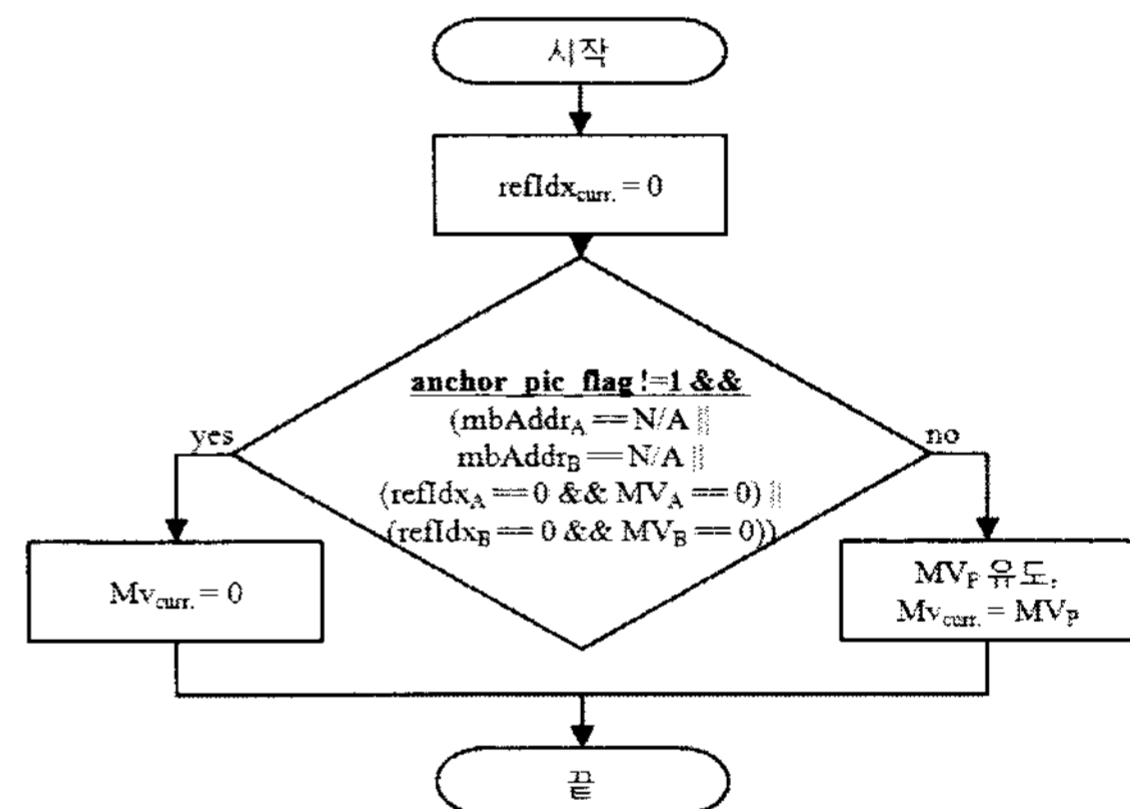


그림 10. 제안하는 P-SKIP 모드의 움직임 벡터 유도 방법의 순서도
Fig. 10. Flow chart of proposed derivation of motion vector in P-SKIP mode

- 1 단계: 현재 블록의 참조 영상 색인(refIdx_{curr})을 0으로 한다.
- 2 단계: 현재 영상이 기준 영상이 아니고 만약 아래의 조건 중 하나의 조건이라도 만족하면 현재 블록의 움직임 벡터(MV_{curr})를 0으로 한다. 만약 그렇지 않다면 3 단계로 분기한다.
 - 현재 블록의 좌측 블록이 사용 가능하지 않을 때(mbAddr_A is not available)
 - 현재 블록의 상단 블록이 사용 가능하지 않을 때(mbAddr_B is not available)
 - 현재 블록의 좌측 블록의 참조 영상 색인

(refIdx_A)이 0이고, 움직임 벡터(MV_A)가 0일 때
 - 현재 블록의 상단 블록의 참조 영상 색인 (refIdx_B)이 0이고, 움직임 벡터(MV_B)가 0일 때
 3 단계: INTER 모드 블록에서의 움직임 벡터 예측값 (MV_P)을 유도하고, 유도한 움직임 벡터 예측값 (MV_P)을 현재 블록의 움직임 벡터(MV_{curr})로 한다.

IV. 제안하는 방법의 실험 결과

제안하는 방법의 부호화 효율을 측정하기 위해 표준화가 진행 중인 다시점 비디오 부호화의 참조 소프트웨어(reference software)인 JMVM 7.0.2^[11]와 JMVM 7.0.2에 제안하는 방법을 구현한 결과를 비교하였다. 기본적으로 다시점 비디오 부호화 표준에서 객관적인 실험을 위해 JVT(Joint Video Team)에서 정의한 JVT-U211^[12] 문서의 공통 실험 조건(common test condition)을 사용하여 실험을 수행하였으며 저비트율(low bit-rate)에서의 효과를 검증하기 위해

양자화 변수 집합(set)을 {47,42,37,32}로 변경한 실험을 함께 수행하였다. 그리고 모든 실험에서 기존의 시점 간에 존재하는 특성을 이용하는 휘도 보상 방법을 포함하여 실험을 수행하였다. 실험에는 다시점 비디오 부호화 표준에서 객관적인 성능 평가를 위해 정의되어 있는 8가지 실험 시퀀스 모두를 사용하고, 전체 실험 시퀀스에 대한 평균적인 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)과 비트율(bit-rate)을 나타내는 BD-PSNR, BD-rate^[13] 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1의 결과를 통해 휘도 신호인 Y 성분의 경우 저비트율 조건에서 전체 시퀀스에서 평균적으로 0.141 dB의 성능 향상되었고, Rena 시퀀스에서 최고 0.497 dB 향상되었다. 공통 실험 조건에서는 휘도 신호 성분에서 평균적으로 0.007 dB의 미미한 감소가 있었지만, 이는 무시할 수 있는 결과이므로 동일한 JMVM 7.0.2와 제안하는 방법이 동일하다고 할 수 있다.

색차 신호인 U, V 성분의 경우 저비트율에서 각각 평균적으로 0.494 dB, 0.525 dB 향상되었고, Breakdancers 시퀀

표 1. 저비트율과 공통 실험 조건에서의 BD-PSNR, BD-rate 비교 결과.

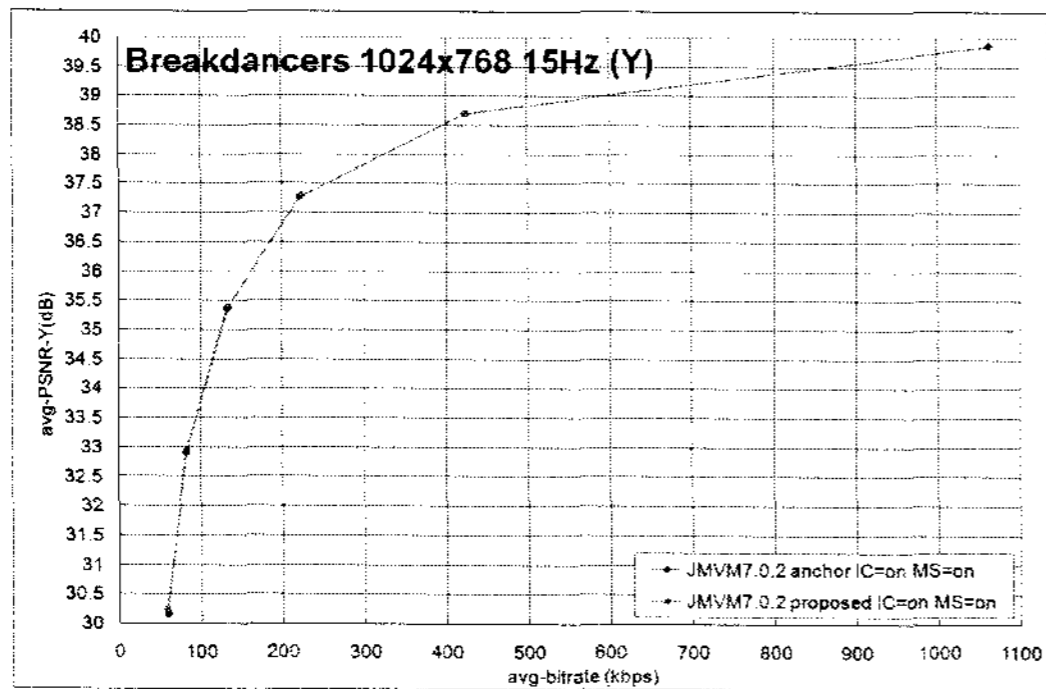
Table 1. Comparison of BD-PSNR and BD-rate results of low bit-rate test condition and common test condition.

저비트율 실험 조건 - QP={47,42,37,32}						
시퀀스	Y		U		V	
	BD-PSNR(dB)	BD-rate(%)	BD-PSNR(dB)	BD-rate(%)	BD-PSNR(dB)	BD-rate(%)
Flamenco2	0.2079	-4.0516	0.5632	-19.1284	0.5225	-17.0369
Breakdancers	-0.0164	0.5051	0.7586	-24.1430	1.0755	-32.7229
Race1	0.3370	-5.0026	0.4819	-14.2128	0.6069	-18.2657
Akko&Kayo	0.1025	-0.9309	0.4771	-17.5491	0.2929	-9.3679
Ballroom	-0.0068	0.1449	0.3787	-16.2716	0.3275	-14.1695
Exit	0.0121	-0.0791	0.5880	-18.6951	0.5880	-19.4184
Rena	0.4972	-5.0505	0.5269	-17.8694	0.4875	-16.1714
Uli	-0.0040	0.0884	0.1782	-10.1879	0.2993	-13.4597
평균	0.1412	-1.7970	0.4941	-17.2572	0.5250	-17.5766
JVT 공통 실험 조건 - QP={37,32,27,22}						
시퀀스	Y		U		V	
	BD-PSNR(dB)	BD-rate(%)	BD-PSNR(dB)	BD-rate(%)	BD-PSNR(dB)	BD-rate(%)
Flamenco2	-0.0029	0.0734	0.1733	-5.5547	0.1179	-3.9767
Breakdancers	-0.0127	0.6018	0.1326	-8.1031	0.2581	-14.4412
Race1	-0.0001	0.0636	0.1733	-5.3516	0.1593	-5.0918
Akko&Kayo	-0.0111	0.2509	0.1525	-6.1520	0.0642	-2.2177
Ballroom	-0.0091	0.2293	0.1299	-5.0332	0.0864	-3.4267
Exit	-0.0158	0.6014	0.1532	-7.3257	0.1531	-7.4532
Rena	-0.0026	0.0991	0.1083	-4.0213	0.0899	-3.2543
Uli	-0.0027	0.0673	0.0613	-2.4129	0.0881	-2.9693
평균	-0.0071	0.2484	0.1355	-5.4943	0.1271	-5.3539

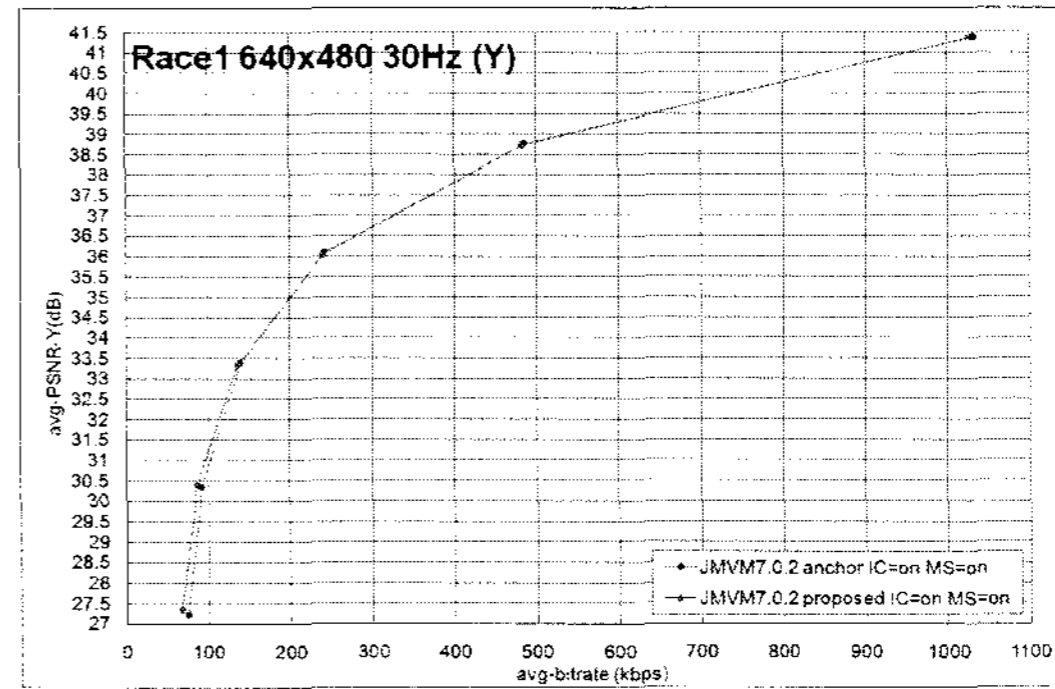
스에서 최고 0.759 dB, 1.076 dB 향상되었다. 공통 실험 조건에서는 각각 평균적으로 0.136 dB, 0.127 dB 향상되었고, U 성분에서는 Flamenco2 시퀀스에서 최고 0.173 dB, V 성분에서는 Breakdancers 시퀀스에서 0.258 dB 향상되었다.

그림 11, 그림 12, 그림 13에 각각 Breakdancers XGA (1024x768), Race1 VGA(640x480), Rena VGA 실험 시퀀

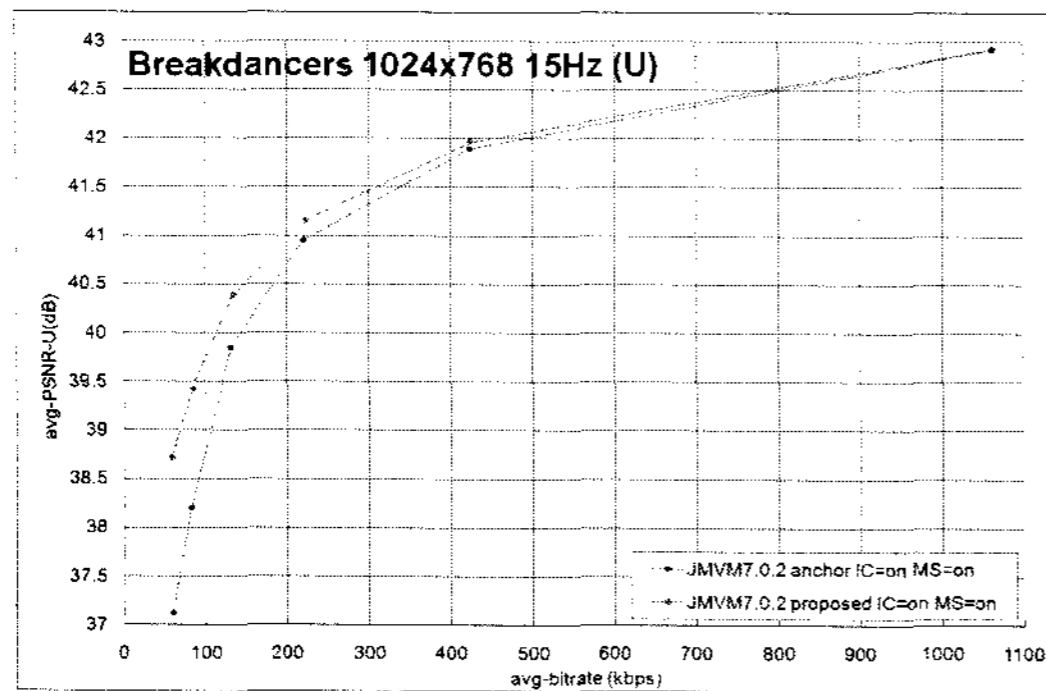
스의 결과에 대한 Y, U, V 각 성분에 대한 비트율 대비 PSNR 결과 그래프를 도시하였다. 결과를 통해 Y 성분의 경우 저비트율에서 성능 향상이 있음을 확인할 수 있고, U, V 성분의 경우 대체적으로 저비트율에서 중간 비트율까지 큰 성능 향상이 있음을 확인할 수 있으며, 고비트율에서도 어느 정도 성능의 향상이 있음을 확인할 수 있다



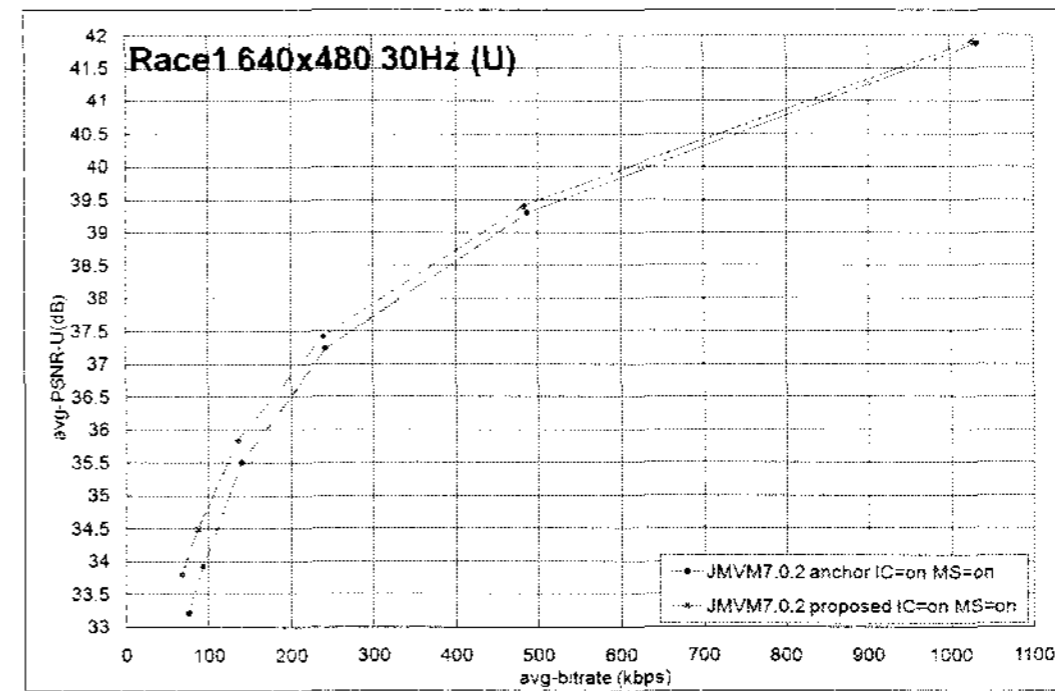
(a) Y



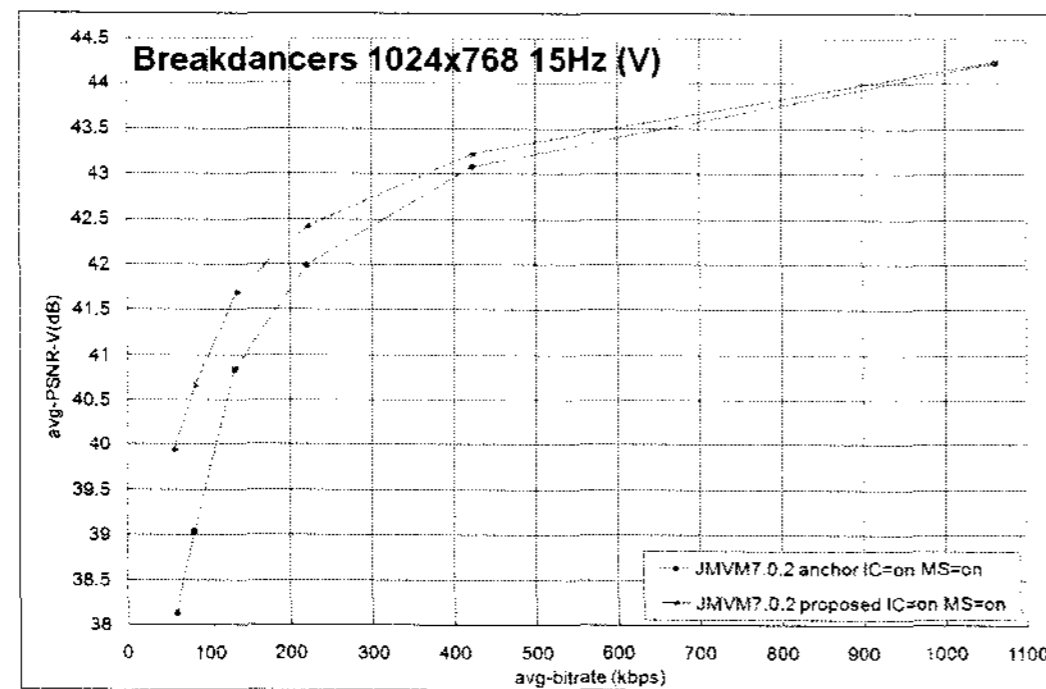
(a) Y



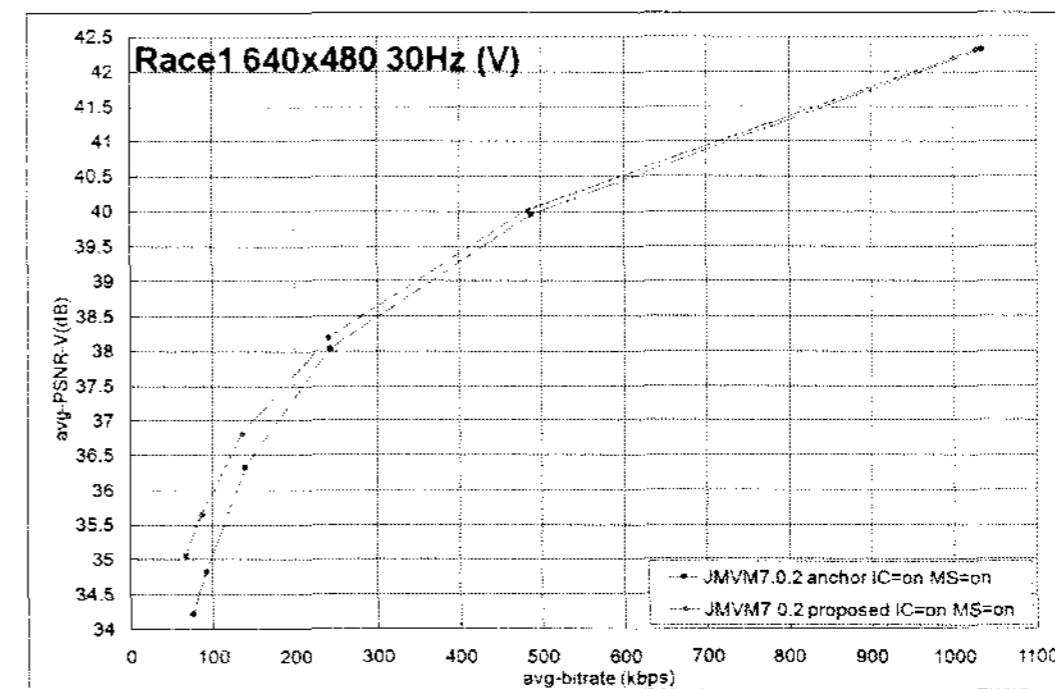
(b) U



(b) U



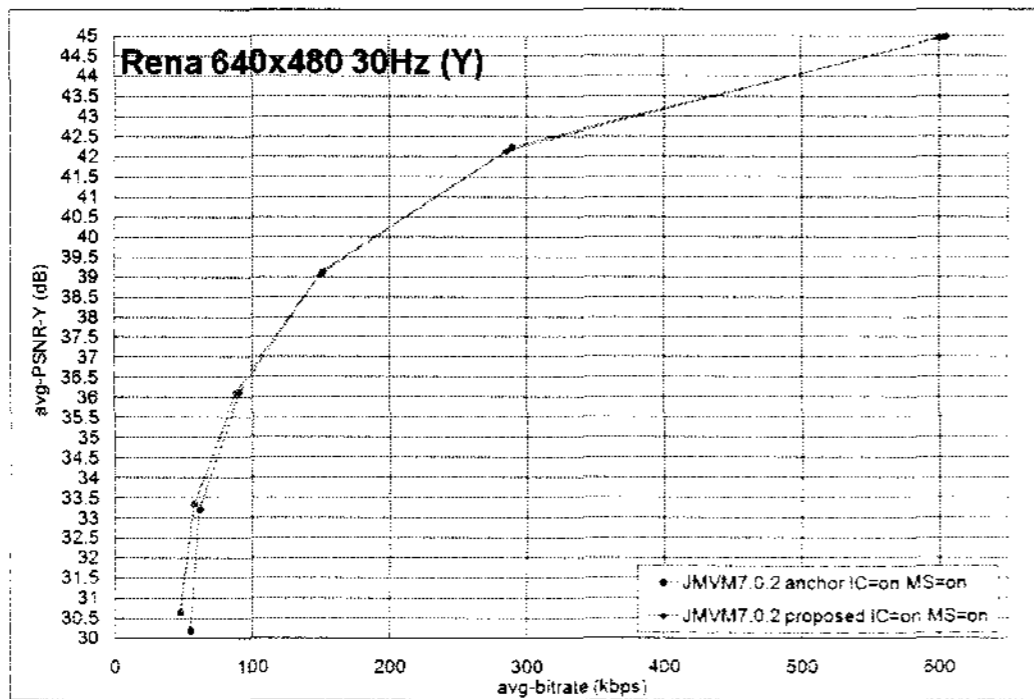
(c) V



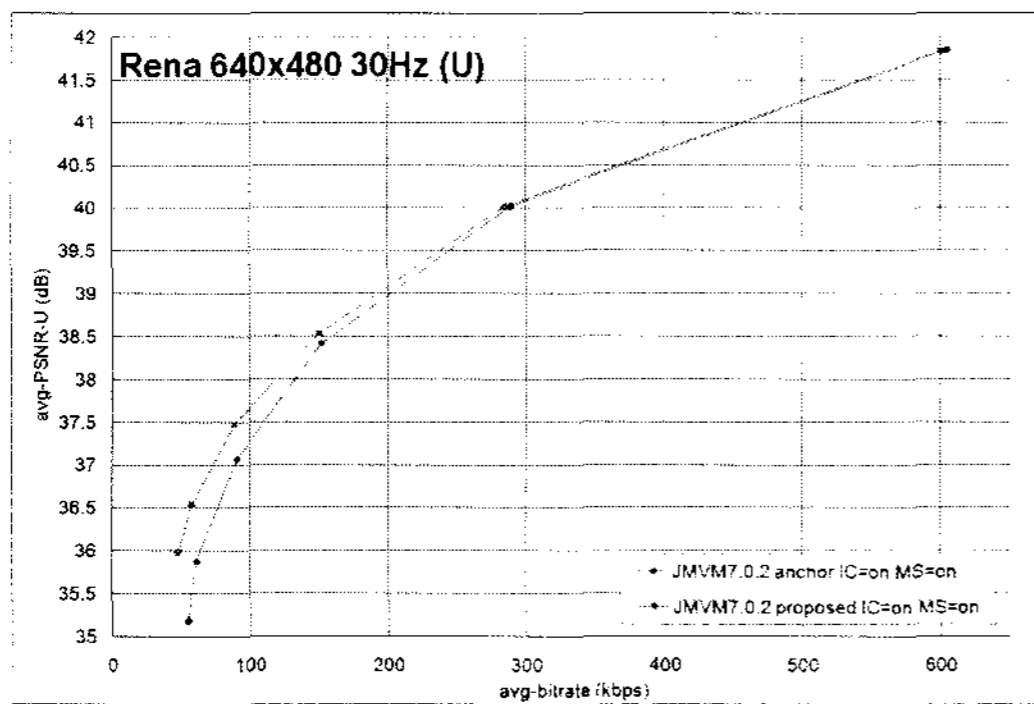
(c) V

그림 11. Breakdancers 시퀀스의 PSNR 결과 비교 그래프.
Fig. 11. Comparison of PSNR results in Breakdancers sequence.

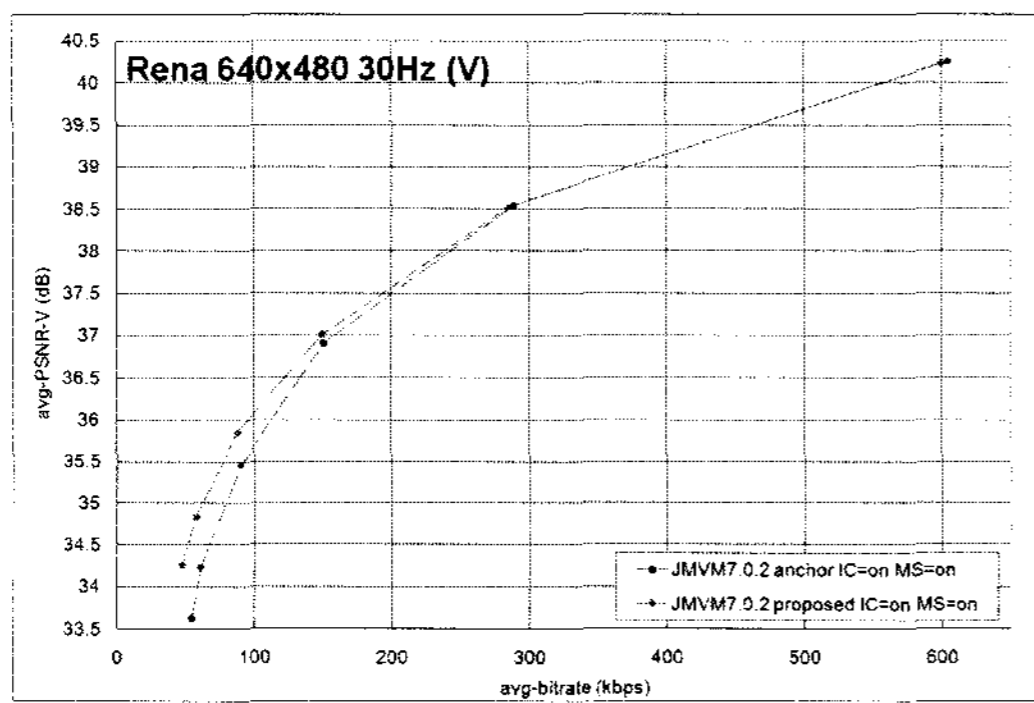
그림 12. Race1 시퀀스의 PSNR 결과 비교 그래프.
Fig. 12. Comparison of PSNR results in Race1 sequence.



(a) Y



(b) U



(c) V

그림 13. Rena 시퀀스의 PSNR 결과 비교 그래프
Fig. 13. Comparison of PSNR results in Rena sequence

주관적 화질 비교를 위해 JMVM 7.0.2와 제안하는 방법으로 복호된 Race 1 시퀀스의 2번 시점, 210번 기준 영상(양자화 변수=37)을 그림 14에 각각 도시하였다. JMVM 7.0.2의 결과는 화질의 열화가 발생한 것을 쉽게 확인할 수 있으며, 제안하는 방법으로 부호화한 결과는 JMVM 7.0.2 결과

에 비해 상당히 향상되었음을 쉽게 확인할 수 있다.

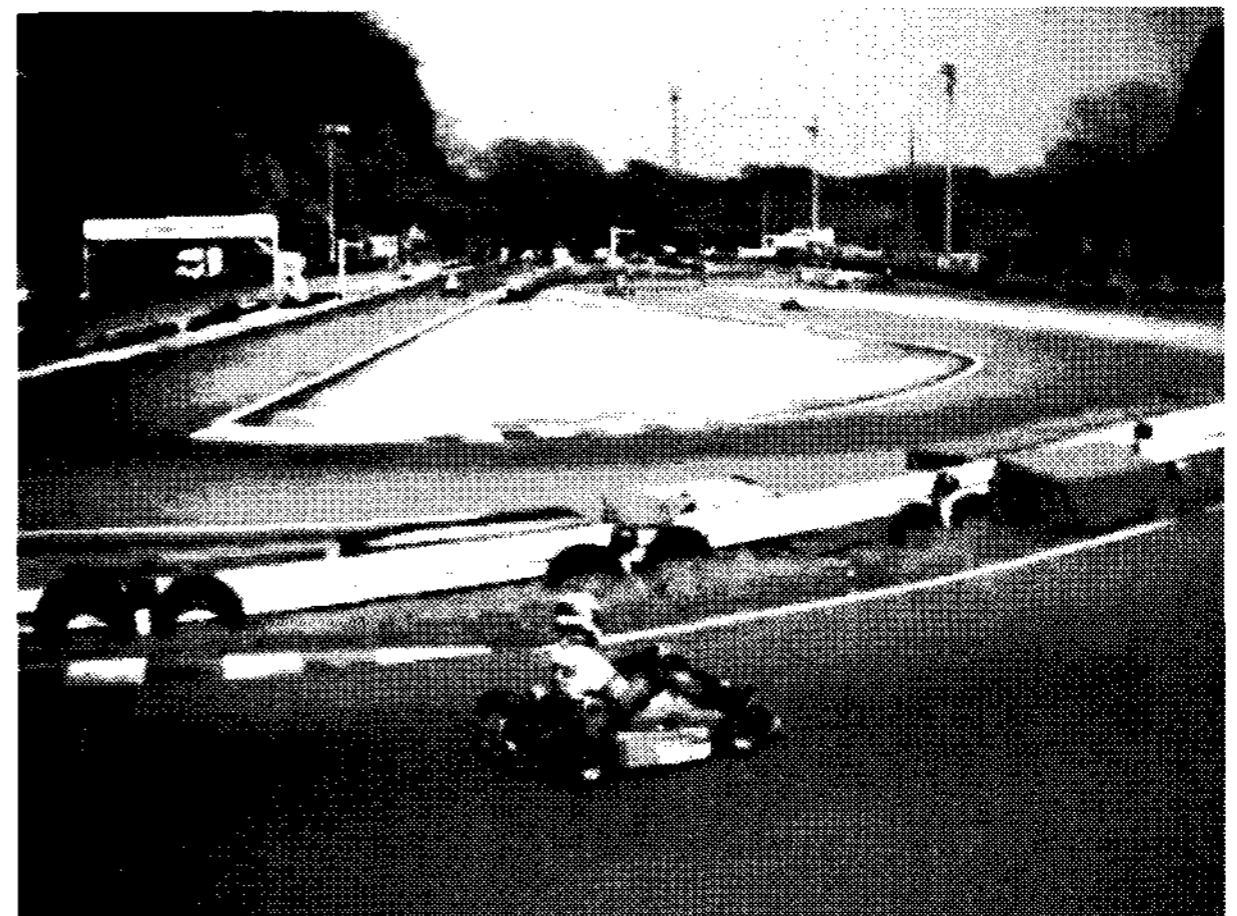
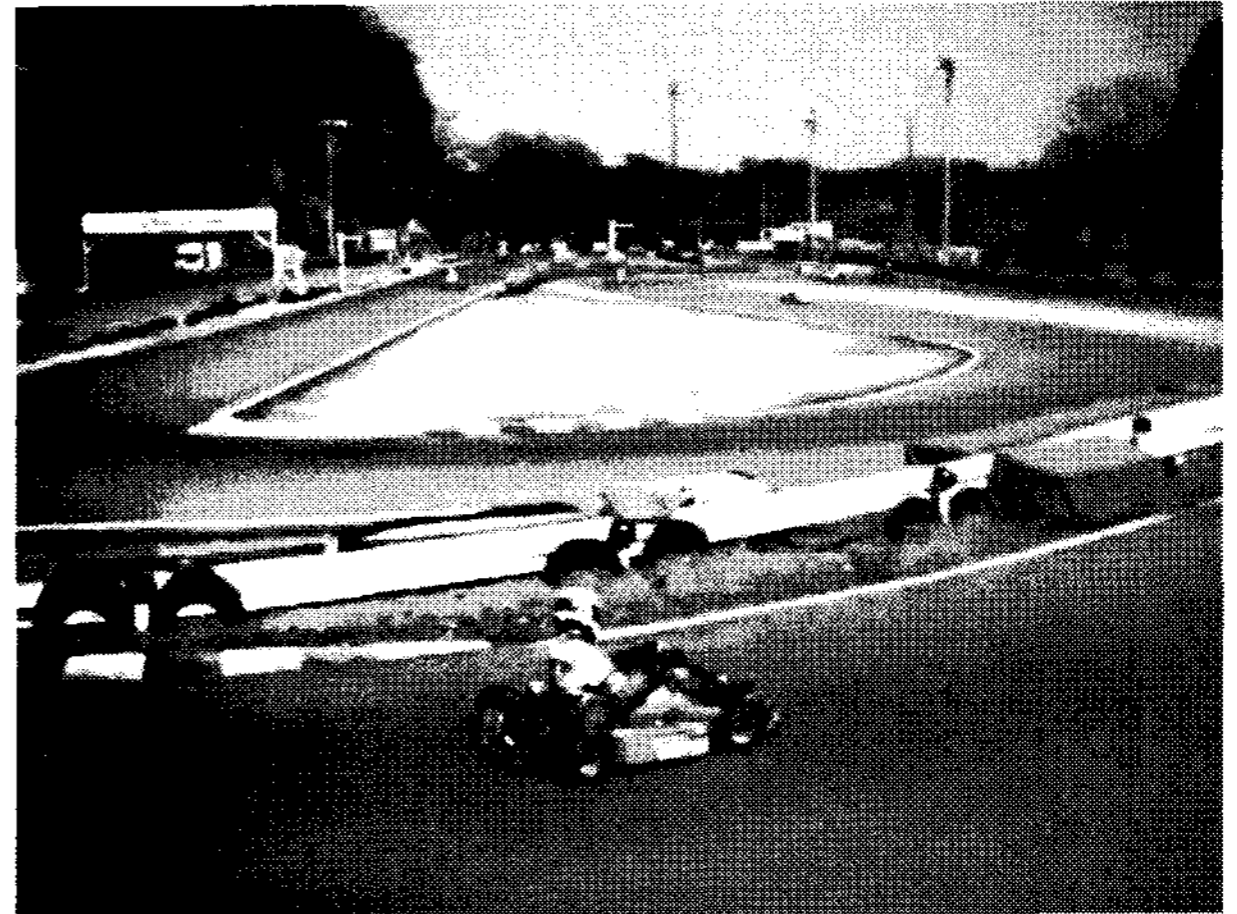


그림 14. Race1 시퀀스의 주관적 화질 비교 (좌: JMVM7.0.2, 우: 제안하는 방법).

Fig. 14. Comparison of subjective image quality in Race1 sequence (left: JMVM7.0.2, right: proposed method).

또한 제안하는 방법의 복잡도와 전체 부호화 효율에 미치는 영향을 알아보기 위해, 실제 제안하는 방법을 적용하는 기준 P-영상의 수를 표 2에 나타내었다. 기준 P-영상의 차지하는 비중이 전체 시퀀스에서 평균적으로 4.18%로 상당히 작기 때문에, 전체 부호화에 필요한 계산 복잡도는 매우 낮다고 할 수 있으며, 이에 비해 전체 부호화 효율 특히 색상 정보의 부호화 효율은 상당히 향상되었음을 확인할 수 있다.

표 2. 시퀀스 별 기준 P-영상의 수

Table 2. Number of anchor P-pictures of each sequence

시퀀스	전체 영상의 수	기준 P-영상의 수	비율
Flamenco2	1505	105	6.98%
Breakdancers	800	28	3.50%
Race1	2408	84	3.49%
Akko&Kayo	4500	160	3.56%
Ballroom	2000	84	4.20%
Exit	2000	84	4.20%
Rena	4800	160	3.34%
Uli	2000	84	4.20%
평균			4.18%

V. 결론

본 논문에서는 다시점 비디오 부호화에서 전체적인 부호화 효율에 큰 영향을 주는 기준 영상에서 시점 방향에 존재하는 특성을 고려하기 위한 기준 P-영상에서의 색차 보상 방법과 P-SKIP 모드에서 움직임 벡터 유도 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안하는 방법을 통해 현재의 다시점 비디오 부호화 방법과 성능을 비교하였을 경우, 양자화 변수 42와 47이 포함된 저비트율 실험 조건에서 전체 실험 시퀀스에 대해 Y, U, V 성분에서 평균 BD-PSNR이 각각 0.141 dB, 0.497 dB, 0.525 dB 향상되었고, JVT 공통 실험 조건에서는 Y 성분에서 거의 동일한 성능을 유지하면서, U, V 성분에서 평균 BD-PSNR이 각각 0.136 dB, 0.127 dB 향상되었다. 주관적인 화질 측면에서도 기존의 다시점 비디오 부호화에서 발생하는 화질 열화를 감소시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한 제안하는 방법을 적용하는 기준 P-영상의 수가 전체 영상에서 4.18%로 상당히 비중이 작기 때문에 전체 부호화에 필요한 계산 복잡도는 매우 낮다고 할 수 있으며, 이에 비해 전체 부호화 효율 특히 색상 정보의 부호화 효율은 상당히 향상되었음을 확인할 수 있다.

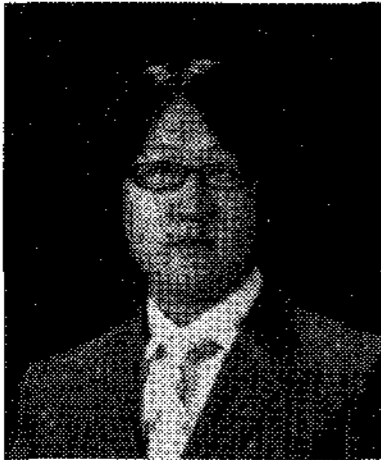
참고 문헌

- [1] A. Vetro, P. Pandit, H. Kimata, A. Smolic, "Joint Multiview Video Model (JMVM) 7.0," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-Z207, Turkey, January 2008
- [2] A. Vetro, P. Pandit, H. Kimata, A. Smolic, "Joint Draft 6.0 on Multiview Video Coding," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-Z209, Turkey, January 2008
- [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] B. Jeon, W. S. Shim, S. Cho, G. H. Park, P. Pandit, Y. Lee, "About MVC coding tools," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-Z028, Turkey, January 2008.
- [5] H. Schwarz, D. Marpe, T. Wiegand, "Hierarchical B pictures," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-P014, Poland, July 2005.
- [6] J. Reichel, H. Schwarz, M. Wien, "Joint Scalable Video Model JSVM 11," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-X202, Switzerland, June-July 2007.
- [7] J. Huo, H. Yang, Y. Chang, "Weighted Prediction for MVC using Color Compensation," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-X055, Switzerland, June-July 2007.
- [8] J. Huo, Y. Ma, H. Yang, Y. Chang, "Illumination and Color Compensation for MVC," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-Y038, China, October 2007.
- [9] J. Lainema, M. Karczewicz, "Skip Mode Motion Compensation," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-C027, Virginia, USA, May 2002.
- [10] ISO/IEC JTC1, "Description of Core Experiments in MVC," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, N8019, Switzerland, April 2006.
- [11] P. Pandit, A. Vetro, Y. Chen, "JMVM 7 software," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-Z208, Turkey, January 2008
- [12] 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.
- [13] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," ITU-T SG16 Q.6, VCEG-M33, Texas, USA, April 2001.

 저 자 소 개

**박민우**

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

**박종태**

- 2007년 2월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2007년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- 주관심분야 : 비디오 신호처리, 멀티미디어, 영상처리

**박광훈**

- 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