특집논문-10-15-6-07

다시점 비디오의 시공간적 중복도를 높여 부호화 성능을 향상시키는 새로운 조명 불일치 보상 기법

이 동 석[a)], 유 지 상[a)‡]

New Illumination compensation algorithm improving a multi-view video coding performance by advancing its temporal and inter-view correlation

Dongseok Lee[a)] and Jisang Yoo[a)‡]

요 약

다시점 비디오의 조명 불일치 현상은 서로 다른 카메라의 위치와 카메라간의 불완전한 보정(calibration)으로 인하여 발생한다. 이러한 인접 시점간의 색상 불일치는 획득된 영상을 참조 영상으로 이용하여 부호화하는 다시점 비디오 부호화(multi-view video coding)의 성능을 저하시키는 요인이 된다. 이러한 조명 불일치를 보상하기 위한 방법 중에서 히스토그램 매칭(histogram matching)을 이용한 전처리 기법이 있다. 히스토그램 매칭을 통해 모든 시점 영상의 히스토그램은 정해진 참조 시점 영상의 히스토그램으로 매칭되어지고 다시점 비디오 부호화의 성능을 개선할 수 있다. 그러나 다시점 비디오 시퀀스는 카메라와 등장인물의 이동으로 인하여 시점 간 영상뿐만 아니라, 한 시점 내에 시간의 흐름에 따른 영상간의 히스토그램 분포가 서로 다를 수 있다. 참조 시점 시퀀스에 속한 모든 영상을 참조하는 기존의 히스토그램 매칭 기법은 시공간적으로 상관성이 높지 않은 영상의 조명을 효과적으로 보상하기에 적합하지 않다. 본 논문에서는 시점 영상 간의 색상 분포의 차이를 보이는 다시점 비디오를 보상하여 공간적 상관성을 높이기 위해 두 조건식이 반영된 영상 분리 기법을 적용한 레이어별 히스토그램 매칭 기법과 시간의 흐름에 따라 색상 분포의 차이를 보이는 다시점 비디오를 비디오 부호화의 단위인 화면 그룹(group of pictures : GOP)별로 보상하여 시간적 상관성을 높이는 개별적인 히스토그램 매칭 기법을 제안한다. 실험을 통해 제안하는 조명 보상 기법이 기존의 조명 보상 기법보다 향상된 다시점 비디오 부호화 효율을 보이는 것을 확인하였다.

Abstract

Because of the different shooting position between multi-view cameras and the imperfect camera calibration, Illumination mismatches of multi-view video can happen. This variation can bring about the performance decrease of multi-view video coding(MVC) algorithm. A histogram matching algorithm can be applied to recompensate these inconsistencies in a prefiltering step. Once all camera frames of a multi-view sequence are adjusted to a predefined reference through the histogram matching, the coding efficiency of MVC is improved. However the histogram distribution can be different not only between neighboring views but also between sequential views on account of movements of camera angle and some objects, especially human. Therefore the histogram matching algorithm which references all frames in chose view is not appropriate for compensating the illumination differences of these sequence. Thus we propose new algorithms both the image classification algorithm which is applied two criteria to improve the correlation between inter-view frames and the histogram matching which references and matches with a group of pictures(GOP) as a unit to advance the correlation between successive frames. Experimental results show that the compression ratio for the proposed algorithm is improved comparing with the conventional algorithms.

Keywords : multiview video coding (MVC), GOP, gaussian mixture model (GMM), histogram matching, illumination compensation (IC)

Ⅰ. 서 론

다시점 비디오는 일렬 혹은 행렬로 배치된 여러 대의 카메라에서 획득된 영상으로 자유 시점 영상 구성이나 3차원 영상 구성과 같은 용도에 따라 여러 분야에서 폭넓게 사용되고 있다. 그러나 시점의 수만큼 비례하여 증가하는 데이터의 양 때문에 이를 전송하고 저장하기 위한 효율적인 부호화 기법 없이는 사용이 제한적인 단점이 있다. 이를 위하여 ISO/IEC 산하의 MPEG과 ITU-T가 공동으로 설립한 JVT(Joint Video Team)의 주도하에 다시점 비디오 부호화(multi-view video coding; MVC) 표준화를 2001년부터 진행하였고, 2008년 7월 표준화가 완료되었다. MVC에서는 H.264에서 지원하는 계층적인 B-영상 구조를 사용하여 시간 방향 예측 부호화를 수행하고, 동일 시간대의 서로 다른 시점 영상 간에 예측 부호화(inter-view prediction coding)를 수행함으로써 부호화 효율을 극대화하였다[1,2]. 하지만 다시점 비디오는 카메라간의 불가피한 위치의 차이와 불완전한 카메라 보정(calibration)등으로 인해 인접 영상간의 조명 불일치 현상이 발생한다. 이러한 현상으로 인해 인접 영상간의 색상 차이가 발생하고 되고, 다시점 비디오 부호화 시 시점 간 예측(inter-view prediction)에서 정확한 변위 벡터를 얻지 못하게 되는 원인이 되어 다시점 비디오 부호화 효율을 저하시키는 결과를 초래할 수 있다.

이러한 다시점 비디오, 혹은 단일시점 비디오의 조명 불일치를 보상하기 위한 다양한 기법들이 있다. 조명 불일치를 보상하기 위한 기법은 단일시점 비디오의 경우, 주로 정확한 움직임 예측(motion estimation)을 수행하기 위해 제안되었다. [3]이 이와 같은 목적을 가지는데, 정해진 임계치와의 크기 비교를 통해 블록 단위로 조명 보정의 수행 여부를 판단하는 추가 항을 이용하여 적응적으로 움직임 예측을 수행한다. 이는 많은 계산량이 요구되는 율왜곡 비교(rate-distortion comparison)보다 더 계산량이 적은 장점을 가진다. [4]는 영상의 조명 불일치를 전역적 불일치(global mismatches)와 국부적 불일치(local mismatches)로 나누고, 연속된 프레임간에 가장 빈번하게 발생하는 국부적 불일치 값을 영상 전체의 전역적 불일치로 판단하여 곱(scale)과 합(offset)의 항으로 모델링한 전역적 불일치 보상치를 적용하는 방식을 취한다. [5]에서는 [4]와 마찬가지로 영상의 조명 불일치를 곱과 합의 항으로 정형화하였는데, 이를 연속된 블록의 움직임을 나타내는 광흐름(optical flow)과 결합하여 블록단위의 세밀한 조명 불일치 보상 기법을 제안하였다. [6]에서는 [5]와 마찬가지로 정형화된 조명 불일치 모델을 사용하여 블록의 조명 불일치 정도를 탐색하는 과정을 부호화 과정에서의 움직임 예측 과정과 동시에 수행하도록 하여 더욱 정확한 움직임 예측을 수행하도록 하였다.

또한 다시점 비디오의 조명 불일치 현상을 해결하기 위해 히스토그램에 기반한 전처리 방법이 제안되었다. 다시점 비디오를 부호화하기 이전에 모든 다시점 비디오를 RGB 색상 구조로 변환하여 각각의 누적 히스토그램을 정해진 참조 영상의 누적 히스토그램을 기준으로 매칭시켜서 서로 다른 다시점 영상의 휘도와 색차 성분의 불일치를 미리 보상하고 압축 효율을 향상시키는 방법이다[7]. 또한 히스토그램 매칭 수행 전에 영상의 에지 방향성과 화소의 존재 범위를 고려한 전처리 필터와 색상 변환 기법을 적용하여 조명 보상 효과와 부호화 성능을 더욱 향상시킨 방법도 제안되었다[8].

[9]에서는 서로 다른 색상 분포를 가지는 객체별로 히스토그램 매칭을 수행하기 위해서 영상의 깊이 정보를 대상으로 가우시안 혼합 모델 기반의 EM 군집 기법을 사용하여 객체 단위 레이어 영상으로 분리하고, 레이어 영상 단위로 히스토그램 매칭을 수행하는 기법을 제안하였다. 그러나 일부 부정확한 깊이 값으로 인해 잘못된 분리 결과를 발생시킬 수 있는 단점이 있었다. 본 논문에서는 가우시안 혼합 모델화를 통해 정해진 레이어 분리 개수보다 더 많은 수의 가우시안 분포로 깊이 영상의 히스토그램을 나누고 이를 조건식을 사용하여 정해진 레이어 개수로 군집화하는 분리 기법을 제안하였다.

JVT에서 제공하는 테스트 시퀀스 중에 하나인 Race1 시퀀스는 다른 시퀀스와는 달리 카메라의 앵글이 이동하여

a) 광운대학교 전자공학과
Electronic Engineering Dept. Kwangwoon University
‡ 교신저자 : 유지상 (jsyoo@kw.ac.kr)
※ 본 연구는 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(한국연구재단-2010-0026245)
· 접수일(2010년8월26일),수정일(2010년11월10일),게재확정일(2010년11월22일)

시퀀스의 시간적 연관성이 상당히 적은 특징을 가지고 있다. 상기 언급한 히스토그램 매칭을 이용한 조명 보상 기법들은 공간적 중복도를 증가시켜 인접 시점 영상끼리의 시점 간 예측의 성능을 향상시키고자 하였지만, 이러한 시퀀스에 경우는 이와 더불어 시간적 중복도를 증가시켜 단일 시점의 연속된 영상끼리의 시간 축 방향의 예측 부호화의 성능을 향상시키는 기법이 요구된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 단일 시점의 시퀀스를 여러 개의 그룹으로 나누고 개별적인 히스토그램 매칭을 수행하였다. 히스토그램 매칭에 적용될 참조 히스토그램을 부호화의 기본 단위인 화면 그룹 단위로 각각 획득하여 단위별로 개별적인 히스토그램 매칭을 적용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. Ⅱ장에서는 다시점 비디오의 조명 불일치 현상을 보상하는 종래의 히스토그램 매칭 기법들을 서술하고, Ⅲ장에서는 조건식을 이용한 새로운 영상 분리 기법이 적용된 히스토그램 매칭 기법과 시퀀스 군집화 기법을 사용하는 화면 그룹별 히스토그램 매칭 기법을 제안한다. Ⅳ장에서는 실험을 통하여 제안하는 방법과 기존 방법들의 성능을 비교, 분석하여 제안한 기법의 향상된 성능을 확인하고, Ⅴ장에서는 결론을 기술한다.

Ⅱ. 히스토그램 매칭 기법

1. 일반적인 히스토그램 매칭 기법

다시점 영상에 존재하는 조명 불일치를 보상하기 위한 전처리 방법으로 히스토그램 매칭 기법을 이용한 방법이 있다. 일반적인 히스토그램 매칭 방법은 YCbCr 색상 공간에서 각각의 색상 성분에 대하여 개별적으로 적용된다. 본 절에서는 YCbCr 색상 공간의 세 가지 색상 성분 중, 휘도 성분에 대한 히스토그램 매칭 동작을 설명한다. 다른 색차 성분도 동일한 방법으로 히스토그램 매칭을 수행한다. 참조 영상의 휘도 신호 값을 $y_R[m,n]$이라고 하고, 8비트를 사용하여서 화소 값을 표현한다고 할 때, 0부터 255사이의 어떠한 화소 값 v 에 존재하는 휘도 영상의 히스토그램은 식 (1)을 이용하여 구한다.

$$h_R[v] = \frac{1}{w \cdot h}\sum_{m=0}^{h-1}\sum_{n=0}^{w-1}\delta[v, y_R[m,n]]$$
$$\delta[a,b] = \begin{cases} 1, & \text{if } a=b \\ 0, & otherwise. \end{cases} \quad (1)$$

여기서 w와 h는 각각 영상의 가로, 세로 크기를 의미한다. 이를 사상 함수에 적용하기 위한 참조 영상의 누적 히스토그램 $c_R[v]$는 식 (2)를 이용하여 구한다.

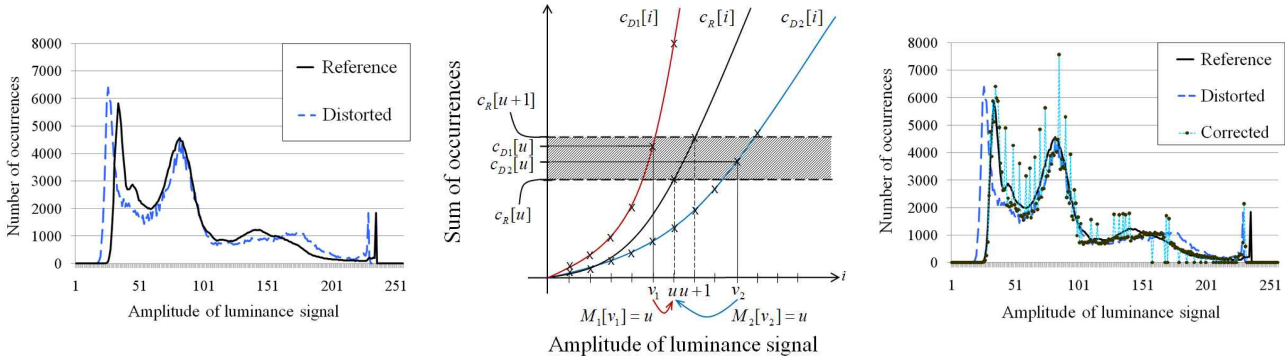
$$c_R[v] = \sum_{i=0}^{v} h_R[v]. \quad (2)$$

참조 영상의 누적 히스토그램에 매칭시킬 다른 시점 영상들의 휘도 신호 히스토그램 $h_{Di}[v]$와 누적 히스토그램 $c_{Di}[v]$도 식 (1)과 (2)를 이용하여 같은 방법으로 구할 수 있다. 그림 1(a)는 참조 영상과 다른 시점의 왜곡 영상간의 히스토그램과 그 차이를 보여준다. 본 논문에서는 그림 1(a)와 같이 참조 시점 영상의 히스토그램과 다른 시점 영상의 히스토그램의 분포가 다르면 왜곡되었다는 표현을 쓴다. 왜곡된 i 번째 시점 영상의 누적 히스토그램 $c_{Di}[v]$를 참조 시점 영상의 누적 히스토그램 $c_R[v]$을 기준으로 매칭할 때는 식 (3)의 함수 M을 이용한다.

$$M_i[v] = u \quad \text{if} \quad c_R[u] \le c_{Di}[v] \le c_R[u+1] \quad (3)$$

그림 1(b)는 서로 다른 두 개의 누적 히스토그램 $c_{D1}[v]$과 $c_{D2}[v]$이 참조 누적 히스토그램 $c_R[v]$로 매칭되는 과정을 보여준다. 서로 다른 누적 히스토그램 $c_{D1}[v]$과 $c_{D2}[v]$ 각각의 화소 값 v_1와 v_2에서의 누적 화소수가 참조 영상의 화소 값 u와 $u+1$ 에서의 누적 화소수의 영역 사이에 존재하면 화소 값 v_1와 v_2는 식 (3)의 함수 M_i에 의해 u의 값으로 변환된다. 결국 왜곡된 i 번째 시점 영상의 휘도 신호 $y_{Di}[m,n]$는 사상 함수 M_i을 거쳐 식 (4)와 같이 보정된 휘도 신호 $y_{Ci}[m,n]$으로 변경된다.

$$y_{Ci}[m,n] = M_i[y_{Di}[m,n]] \quad (4)$$



(a) (b) (c)

그림 1 . 히스토그램 보정을 위한 사상 함수 (시퀀스 "Ballroom"), (a) 히스토그램, (b)사상 함수의 적용 과정, (c) 사상 함수를 통해 보정된 히스토그램
Fig. 1. Mapping process for histogram correction (For sequence "Ballroom"), (a) Histogram, (b) Mapping function, (c) Corrected histogram

그림 1(c)를 통해 히스토그램 매칭 기법을 이용하여 조명 불일치가 보정된 영상의 히스토그램이 이전의 왜곡된 영상의 히스토그램보다 참조 영상의 히스토그램에 가깝게 변한 것을 확인할 수 있다.

2. 전처리 방법을 적용한 히스토그램 매칭 기법

본래의 히스토그램 매칭 기법은 다시점 영상에서 각 프레임마다 참조 영상의 히스토그램을 기준으로 매칭 동작이 수행된다. 다시 말해서 주어진 다시점 영상이 총 M개의 시점으로 이루어져 있고 각 시점당 l개의 프레임을 가져 총 영상의 개수가 $M \cdot l$개 일 경우, 히스토그램 매칭 기법을 이용하여 매칭하기 위해서 참조 시점을 제외한 각 시점별로 l개의 프레임을 참조 영상의 히스토그램과 매칭시킬 $(M-1) \cdot l$개의 사상 함수가 필요하다. 이 방법은 각 프레임별로 시점 간에 존재하는 조명 불일치를 효과적으로 보상하여 시점 간 공간적 상관성은 증가하지만, 시간적으로 연속된 영상 간의 조명 차이는 더 악화되어 시간적 상관성은 줄어드는 단점이 있다[7]. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 [10]에서는 단일 시점 영상의 모든 프레임의 히스토그램을 고려하는 time-constant 히스토그램 매칭 기법을 제안하였다. 단일 시점의 참조 시퀀스에 존재하는 모든 프레임의 히스토그램은 식 (5)를 통해서 하나의 히스토그램으로 누적되어 계산된다.

$$h_R[v] = \frac{1}{l \cdot w \cdot h} \sum_{t=0}^{l-1} \sum_{m=0}^{h-1} \sum_{n=0}^{w-1} \delta[v, y_R[m,n]]$$
$$\delta[a,b] = \begin{cases} 1, & \text{if } a=b \\ 0, & otherwise. \end{cases} \quad (5)$$

여기서 l은 시퀀스 내에 존재하는 프레임의 개수 즉, 시퀀스의 길이를 의미한다. 카메라 배열의 중심에 가까운 시점을 참조 시점으로 설정하고 나머지 왜곡된 시점의 시퀀스를 참조 시점 시퀀스를 기준으로 매칭시키는 과정으로 조명 보상을 수행한다. 한 시점에 속하는 모든 영상을 고려하여 히스토그램을 생성하기 때문에 주어진 다시점 비디오의 카메라가 M개라면 참조 시점을 제외한 $M-1$개의 사상 함수가 존재하게 된다. 이후의 매칭 과정은 상기 언급한 기존의 히스토그램 매칭 기법과 같다.

JVT에서 규정한 MVC 테스트 시퀀스는 YCbCr 4:2:0 색상 구조로 제공된다. 따라서 히스토그램 매칭도 YCbCr 색상 구조에서 수행되는 것이 일반적인 방법이었다. 그러나 YCbCr 색상 구조보다 RGB 색상 구조에서 히스토그램 매칭의 조명 보상 효과가 더 향상되는 것을 입증되었다[7]. 또한 모든 시점 영상의 히스토그램을 참조 히스토그램에 매칭하기 전에, 에지의 방향성을 고려한 전처리 필터와 입력 영상의 실제 화소 범위에 맞춰서 색상 변환 행렬식을 재조정(re-normalization)한 색상 변환 기법을 각각 적용하였을 때 조명 보상과 다시점 부호화의 성능이 더욱 향상되는 것을 확인하였다. 그림 2는 상기 언급한 전처리 필터의 동작

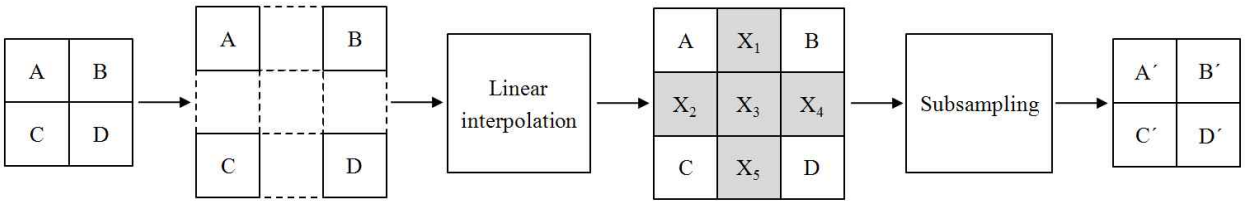


그림 2. 조명 보상 기법에 사용되는 전처리 필터의 동작
Fig. 2. Pre-filtering for the illumination compensation

을 자세히 보여준다[8].

그림 2의 전처리 필터에서는 영상을 가로와 세로를 각각 2배씩 확장하는 선형 보간 동작과, 반대로 가로와 세로, 각각 2배씩 축소하는 대표 값 추출 동작이 필요하다. 일반적으로 선형 보간 기법에는 보간 영역에 정해진 대표 값을 반복해서 사용하는 repetition 필터, 주변의 화소 값들의 평균으로 보간하는 bilinear 필터, 영상의 방향성을 고려한 평균값으로 보간하는 ELA(Edge-Line Averaging) 필터와 이를 더 발전시킨 Modified-ELA 필터 등이 있다. 대표 값 추출에는 색상 변환 시에 대표 값 추출에 사용되는 cosited 필터를 사용하였다. 표 1는 대표 값 추출 필터로 cosited 필터를 사용할 때, 상기 언급한 네 가지 선형 보간 필터를 각각 적용하여 히스토그램 매칭시킨 결과 영상의 다시점 비디오 부호화의 성능을 비교한 것이다.

표 1 . 선형 보간 필터에 따른 다시점 비디오 부호화 성능 비교 (시퀀스 "Ballroom")
Table 1. The performance comparison with linear interpolation filtering (For sequence "Ballroom")

시퀀스 / 보간 필터	Ballroom			
	Y (dB)	Cb (dB)	Cr (dB)	Bit-rate (kbit)
Repetition filter	31.61	36.91	37.61	1861.81
Bilinear filter	31.62	37.32	37.85	1854.17
ELA filter	31.64	37.40	37.89	1856.26
M-ELA filter	31.63	37.33	37.87	1859.23

표 1과 같이 선형 보간 필터로 ELA 필터를 사용한 히스토그램 매칭 기법의 결과 영상이 미세한 차이지만 가장 좋은 다시점 비디오 부호화 성능을 보임을 확인할 수 있다. 따라서 이후의 전처리 필터에 사용되는 선형 보간 동작은 ELA 필터를 사용하여 수행하였다.

3. 깊이 정보를 이용한 레이어 별 조명 보상 기법

영상은 색상과 깊이 분포에 따라 여러 개의 객체로 구성된다. 특히 다시점 영상은 시간과 카메라 시점에 따라 프레임 내 객체의 구성이 달라지는 특징을 가지기 때문에, 한 참조 시점 영상만을 참조하여서 다른 시점 영상을 효과적으로 보상할 수 없다. 왜냐하면 다시점 영상을 구성하는 객체는 각각 객체 별로 조명과의 거리가 다르기 때문에 시점에 따른 조명의 반사광의 세기 및 범위가 다르게 되고, 그에 따른 국부적 조명 불일치 현상이 다르게 나타나기 때문이다. 이러한 특성을 지니는 다시점 영상을 효과적으로 보상하기 위해서 영상의 객체를 추출하고 개별적으로 보상하는 방법이 제안되었다[9].

영상을 구성하는 객체는 각각 카메라로부터의 거리, 즉 깊이 정보를 가우시안 혼합 모델에 기반한 EM 군집(expectation maximization clustering) 기법에 적용하여 깊이별 레이어(layer)로 영상을 분리할 수 있다[11]. 그림 3(a)와 (b)는 각각 MSR에서 제공한 테스트 시퀀스 'Break-dancers' 의 첫 프레임의 깊이 영상과 히스토그램 분포이다.

주어진 깊이 영상의 히스토그램 분포를 평균값이 다른 여러 개의 가우시안 분포 곡선으로 모델링하여 그림 3(c)와 같이 가우시안 혼합 모델을 완성할 수 있다. 확률에 기반하여 임의의 변수가 속하는 모델을 추정하는 EM 군집 기법을 통하여 임의의 깊이 값을 가지는 화소가 가우시안 분포 단위의 여러 깊이 레이어 가운데 어느 레이어에 해당되는 가를 추정하여 가장 높은 확률을 가지는 레이어를 결정하게

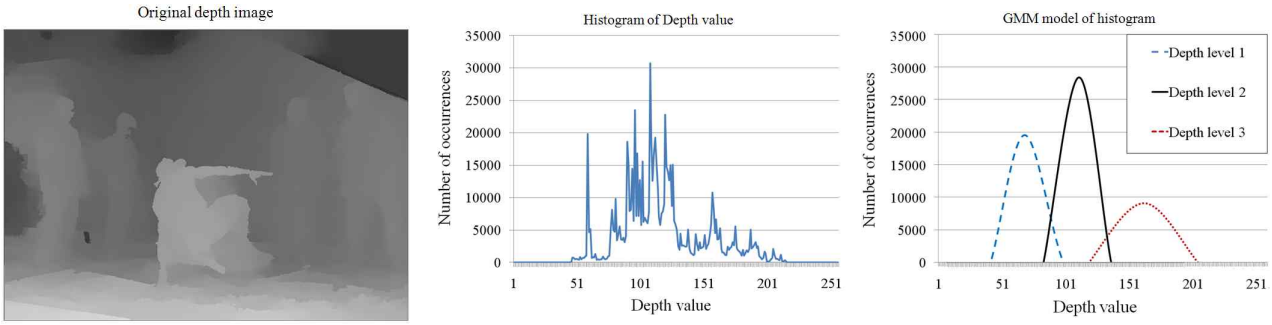


그림 3 . 깊이 영상의 가우시안 혼합 모델 (시퀀스 "Breakdancers" 1번 시점, 1번 영상), (a) 깊이 영상, (b) 깊이 영상의 히스토그램, (c) 깊이 영상의 가우시안 혼합 모델

Fig. 3. Gaussian mixture model for depth image (For sequence "Breakdancers" 1st frame in the 1st view), (a) Depth image, (b) Depth image histogram, (c) Gaussian mixture model for depth image histogram

된다[12].

이렇게 깊이 정보를 이용하여 객체를 분리한 레이어별로 조명 보상 기법을 적용한다. 먼저 깊이 영상을 가우시안 혼합 모델에 기반한 EM 군집 기법에 적용하여 다시점 영상을 레이어별 세부 영상으로 분리한다. 만약 주어진 영상이 각 시점당 l개의 프레임을 갖는 M시점의 다시점 영상일 경우, 영상 분리 기법을 통해 두 개의 레이어 영상으로 분리되었다고 가정하면 총 $2(M \times l)$개의 분리된 레이어 영상을 얻게 된다. 카메라 배치상 중심에 위치한 시점의 카메라를 참조 시점으로 설정하고 참조 시점을 포함한 모든 시점의 다시점 영상 시퀀스에 대해 개별적으로 전처리 필터와 색상 변환 기법이 통합된 레이어별 히스토그램 매칭 기법을 적용하여 조명 보상을 수행한다[9]. 레이어 영상별로 조명 불일치 보상 기법을 적용한 후 다시 하나의 영상으로 결합하게 된다. 그림 4에 상기 설명한 조명 보상 기법의 흐름을 보여준다.

III. 시공간적 상관성을 향상시키는 히스토그램 매칭 기법

1. 효율적인 가우시안 분포 분배를 위해 조건식이 적용된 레이어별 히스토그램 매칭

[9]의 깊이 정보를 이용한 레이어 영상 분리 기법은 깊이

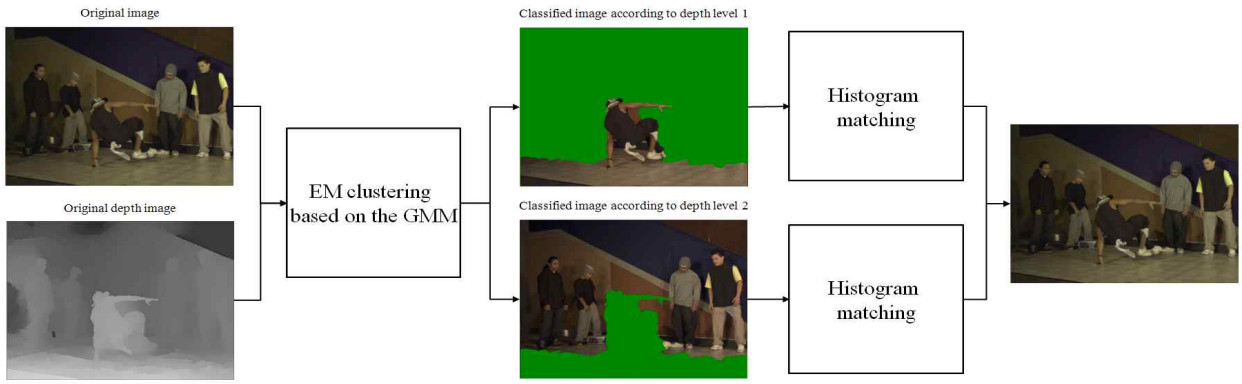


그림 4. 깊이 영상을 이용한 객체 레이어별 조명 보상 기법 (시퀀스 “Breakdancers”)

Fig. 4. Layered illumination compensation method based on depth image (For sequence "Breakdancers")

(a) (b)

그림 5. 잘못된 가우시안 혼합 모델로 분리된 깊이 영상의 예 (시퀀스 “Breakdancers”), (a) 0번 시점, 72번 영상, (b) 6번 시점, 80번 영상
Fig. 5. Example of depth image with a bad Gaussian mixture model (For sequence "Breakdancers"), (a) 72nd frame in 0th view, (b) 80th frame in 6th view

영상의 히스토그램을 여러 개의 가우시안 분포로 분리하는 가우시안 혼합 모델화에 기반한다. [9]에서 가장 좋은 부호화 성능을 가지는 분리 방법은 영상의 구성을 등장인물과 배경, 두 레이어 영상으로 분리하는 것이다. 이렇게 영상을 두 레이어 영상으로 나누기 위해 깊이 영상의 히스토그램을 두 가우시안 분포로 나누어지도록 가우시안 혼합 모델화를 수행하는데 이와 같은 방법은 그림 5와 같이 잘못된 분리를 야기 시킬 수 있다. 이러한 현상은 카메라에서 동일한 거리에 위치한 물체의 깊이 값이 조명이나 카메라 성능과 같은 내, 외부적인 환경에 의해 시간의 흐름에 따라 동일한 깊이 값으로 표현되지 않는 현상이 발생하기 때문이다. 그림 5(a)는 좌우에 서있는 청중을 표현하는 깊이 값이 같은 시점의 다른 시간대의 깊이 영상에 비해 상대적으로 높은 깊이 값으로 표현되어 배경이 아닌, 전경으로 분류되어진 경우이고, 그림 5(b)는 반대로 전경에 위치한 등장인물의 깊이 명암 값이 같은 시점 다른 시간대의 깊이 영상에 비해 상대적으로 낮은 값으로 표현되어 일부분이 배경으로 잘못 분류되어진 경우이다.

본 논문에서는 정확한 레이어 영상 분리를 위해 두 개의 조건식이 포함된 새로운 가우시안 혼합 모델화를 제안하였다. 주어진 깊이 영상을 정해진 레이어 수가 아닌 그 이상의 가우시안 분포들로 분리한 후, 제안하는 두 가지 조건에 따른 분포간의 군집화를 거쳐 전경과 배경을 정확하게 분리하는 동작을 수행한다. 여러 개의 가우시안 분포를 전경과 배경, 두 분포로 통합하는 두 가지 군집 조건은 다음과 같다.

<조건 1>

인접한 두 가우시안 분포를 n과 $n+1$이라고 할 때, 가우시안 분포 n이 존재하는 x축 상의 최대값을 G_n^{max}, 가우시안 분포 $n+1$이 존재하는 x축 상의 최소값을 G_{n+1}^{min}라고 할 때, 다음 식을 만족하면 두 분포를 같은 분포로 간주한다.

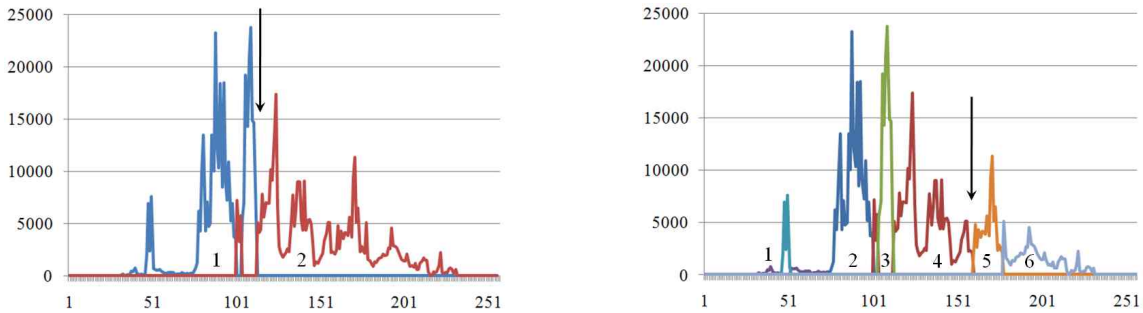
$$C_1 * G_n^{max} > G_{n+1}^{min} \tag{6}$$

<조건 2>

두 인접한 가우시안 분포 n과 $n+1$의 평균 밀도값을 각각 D_n^{avr}와 D_{n+1}^{avr}라고 할 때, 다음 식을 만족하면 두 분포를 같은 분포로 간주한다.

$$C_2 * D_n^{avr} > D_{n+1}^{avr} \quad \text{or} \quad D_n^{avr} < C_2 * D_{n+1}^{avr} \tag{7}$$

다음 두 조건의 계수 C_1과 C_2는 각각 1.05와 3.7의 값을 가짐을 실험적으로 확인하였다. 이는 영상을 전경과 배경으로 분리할 경우에 가장 뛰어난 다시점 비디오 부호화의 성능을 가진다는 [9]의 실험 결과에 따라 깊이 영상의 히스토그램을 전경과 배경에 해당하는 두 가우시안 분포로 나누어지도록 결정된 값이다. 그림 6은 [9]의 분리 기법에 의해 나눠진 깊이 영상의 히스토그램 분포와 C_1과 C_2, 두 계수가 반영된 조건식 (6)과 (7)을 이용하여 분리된 깊이 영상의 히스토그램 분포간의 히스토그램 분리의 차이를 보여준다. 앞서 언급하였듯이 그림 5와 같이 전경과 배경의 깊이 값의 차이가 두드러지지 않아 발생하는 잘못된 분리 영상은 그



(a) (b)

그림 6 . [9]의 방법과 제안하는 방법의 히스토그램 분리의 차이 (시퀀스 “Breakdancers” 0번 시점, 72번 영상), (a) [9]의 결과, (b) 제안하는 기법의 결과
Fig. 6. Difference between the proposed algorithm and the algorithm in [9] (For sequence "Breakdancers" 72nd frame in 0th view), (a) Result of [9], (b) Result of the proposed algorithm

(a) (b)

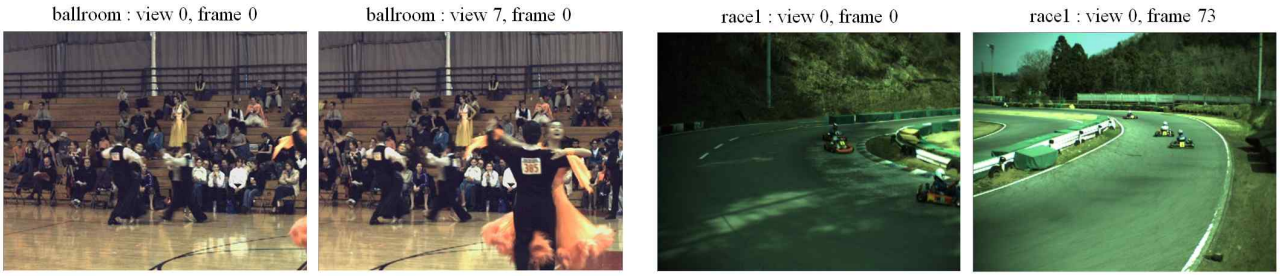
그림 7. 제안하는 분리 기법을 사용하여 분리된 깊이 영상의 예 (시퀀스 “Breakdancers”), (a) 0번 시점, 72번 영상, (b) 6번 시점, 80번 영상
Fig. 7. Example of classified depth image by the proposed algorithm (For sequence "Breakdancers"), (a) 72nd frame in 0th view, (b) 80th frame in 6th view

림 6(a)와 같은 잘못된 히스토그램 분포 분리에 의해 발생한다. 그림 6(b)와 같이 히스토그램을 다수의 가우시안 분포로 분리한 후, 조건식 (6)과 (7)을 사용하여 군집화하면 더욱 세밀하게 히스토그램을 분석하고 분리할 수 있다. 그림 6(b)에서는 깊이 영상의 히스토그램이 여섯 개의 가우시안 분포의 조합으로 나뉘는데, 첫 번째부터 세 번째 분포까지는 그림 6(a)에서 배경으로 분류된 가우시안 분포를 세분화하고, 네 번째부터 여섯 번째 분포까지는 그림 7(a)에서 전경으로 분류된 가우시안 분포를 세분화 한다. 또한 조건식 (6)과 (7)을 적용하여 두 분포로 군집화하면 첫 번째 분포에서 네 번째 분포까지를 배경으로 분류하고, 나머지 다섯 번째와 여섯 번째 분포를 전경으로 분류하게 된다. 이는 전경과 배경, 두 가우시안 분포로만 나눈 이전의 분리방법으로는 구분할 수 없는 경우임을 그림 6을 통해 확인할 수 있다. 그림 7은 제안하는 두 조건식을 적용한 새로운 히스토그램 분포 분리 방법을 그림 5와 동일한 깊이 영상에 적용하여 분리한 예를 보여준다.

그림 5의 분리 결과와 비교할 때, 전경과 배경이 더욱 명확하게 분리되어진 것을 확인할 수 있다. 이후의 레이어별 히스토그램 매칭을 통한 다시점 비디오의 조명 불일치 현상을 보상하는 과정은 [9]의 과정인 그림 4의 과정과 동일하게 적용된다.

2. 화면 그룹별 개별적인 참조 히스토그램을 사용하는 히스토그램 매칭

고정된 여러 대의 카메라에서 획득한 다시점 비디오는 그림 8(a)와 같이 카메라간의 서로 다른 위치로 인해 동일 시간대의 인접 시점 영상 간에 객체 구성의 차이를 보인다. 하지만 이러한 고정된 카메라 모델에서 획득한 단일 시점 시퀀스는 시간의 흐름에 따른 영상 간의 조명의 불일치 현상이 인접 시점 영상간의 불일치보다 심각하지 않고, 부호



(a) (b)

그림 8 . 다시점 영상간에 존재하는 구성의 차이, (a) 시퀀스 “Ballroom”, (b) 시퀀스 “Race1”
Fig. 8. The difference composition that exists in multi-view video, (a) Sequence "Ballroom" (b) Sequence "Race1"

화 성능에도 큰 영향을 끼치지 않는다. 그러나 Race1 시퀀스와 같이 시간의 흐름에 따라 카메라의 앵글이 이동하는 시퀀스에 경우는 인접 시점 영상간의 구성의 차이뿐만 아니라, 한 시점 카메라에서 획득한 서로 다른 영상 간에도 그림 8(b)와 같이 객체 구성 및 색상의 차이를 보인다.

그림 8(a)와 같이 인접 시점 영상 간의 서로 다른 객체 구성에 의한 국부적인 조명 불일치 현상은 상기 언급한 깊이 정보를 이용한 레이어별 히스토그램 매칭 기법을 통하여 효과적으로 보상되고 다시점 비디오 부호화의 성능도 향상 된다[9]. 하지만 그림 8(b)의 Race1 시퀀스와 같이 시간의 흐름에 따라 카메라의 앵글이 이동하여 단일 시점 영상의 조명 환경과 영상의 구성이 전혀 다른 시퀀스는 같은 카메라에서 촬영된 영상의 같은 객체라도 시간의 흐름에 따라 조명 조건이 확연히 달라 서로 다른 색상 분포를 가진다. 예를 들어 그림 8(b)의 첫 번째 프레임의 카트는 73번째 프레임의 카트와 동일하지만 서로 다른 조명 환경으로 인해 그 색상은 전혀 다르다. 이러한 이유로 참조 시점의 모든 영상을 고려하여 참조 히스토그램을 얻는 기존의 방법보다는 비슷한 조명 조건을 가지는 일정 단위의 프레임 단위로 참조 히스토그램을 얻는 방법이 필요하다.

그림 9는 다시점 비디오 부호화의 기본적인 예측구조(prediction structure)를 보여준다. 다시점 비디오 부호화는 여타의 부호화 기법과 마찬가지로 화면 그룹 단위로 시간축 방향의 계층적 B 화면(hierarchical bi-directional picture) 구조를 가진다. 이러한 구조의 특징은 화면 그룹에 속하는 프레임들끼리는 서로 참조를 하기 때문에 높은 상관성이 요구되지만 서로 다른 화면 그룹에 속하는 프레임들끼리는 거의 참조를 하지 않기 때문에 높은 상관성이 요구되지 않는다는 것이다[2].

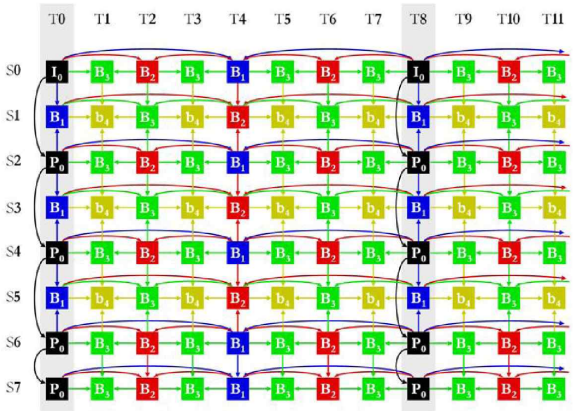


그림 9. 다시점 비디오 부호화 예측 구조
Fig. 9. Structure of Prediction used in multi-view video coding

따라서 본 절에서는 이러한 다시점 비디오 부호화의 구조에 맞게, 시퀀스를 정해진 화면 그룹 크기 단위로 나누고 각각의 그룹별로 참조 히스토그램을 계산하는 개별적인 히스토그램 매칭을 사용하여 카메라 앵글이 이동하여 시간적 상관성이 떨어지는 특징을 가지는 시퀀스의 조명 불일치를 보상하도록 하였다.

그림 10(a)는 Race1 시퀀스를 [8]의 히스토그램 매칭 기법으로 조명 보상한 결과 영상이다. 시퀀스 전체의 색상 분포와 그 색상 분포가 전혀 다른 두 영상을 정해진 참조 시점의 모든 영상을 고려하여 생성한 참조 히스토그램을 기준으로 히스토그램 매칭을 수행하였기 때문에 색상 왜곡이 심하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 특히 그림 10(a)의

(a) (b)

그림 10. 기존의 히스토그램 매칭 기법과 제안하는 기법의 비교 (시퀀스 "Race1" 4번 시점), (a) [8]의 결과, (b) 제안하는 기법의 결과
Fig. 10. The comparison of the proposed algorithm with a conventional algorithm (For sequence "Race1" 4th view), (a) Result of the algorithm in [8], (b) Result of the proposed algorithm

1번 영상의 경우 도로를 비롯한 영상의 거의 전부분의 색이 원래의 색과는 전혀 다른 색으로 변경되어 오히려 다시점 비디오 부호화의 성능을 크게 하락시킨다. 그림 10(b)는 Race1 시퀀스에 제안하는 화면 그룹별로 개별적인 참조 히스토그램을 사용한 히스토그램 매칭 기법을 적용한 결과 영상이다. 그림 10(a)의 결과 영상과는 달리 색상의 왜곡 없이 효과적으로 조명 불일치 현상을 보상함을 확인할 수 있다. 화면 그룹의 크기는 이후의 MVC의 화면 그룹 크기와 동일한 12로 하였다. 이러한 화면 그룹 크기는 [7]의 화면 그룹 크기와 동일하며, 이는 [7]의 실험상의 모든 변수값을 동일하게 하여 객관적인 성능 비교를 하기 위함이다.

Ⅳ. 실험 조건 및 결과

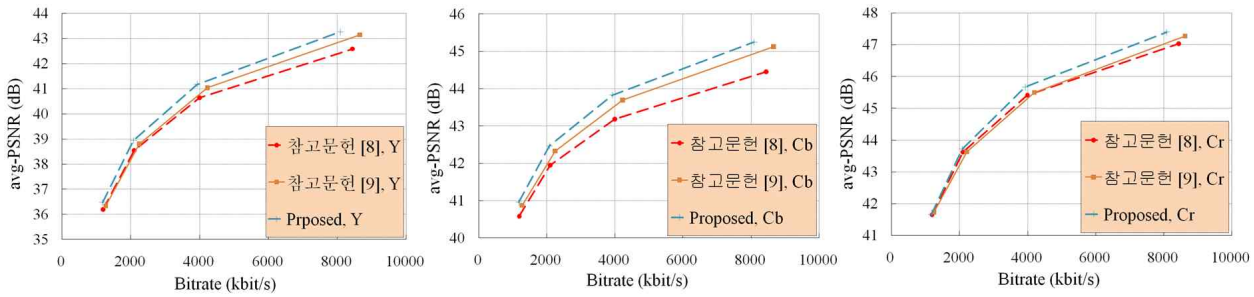
제안하는 두 조건식을 이용한 영상 분리 기법과 화면 그룹 단위로 참조 히스토그램을 결정하는 기법이 적용된 히스토그램 매칭의 성능을 측정하기 위해 다시점 비디오 부호화의 참조 소프트웨어 JMVM(version 2.4)를 사용하여 평균 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)과 비트율(bit-rate)에 대한 결과를 비교하였다. 이러한 JMVM 선정은 [7]의 실험 결과와의 객관적인 비교를 위함이다. 또한 이후 언급될 모든 실험은 JVT에서 규정한 공통 실험 조건(common test condition)에 따라 실험을 수행하였으며, 그 외 다시점 비디오 부호화의 입력 파라미터들은 [7]의 조건과 동일하게 하였다[15].

1. 효율적인 가우시안 분포 분배를 위한 조건식이 적용된 레이어별 히스토그램 매칭의 실험 결과

상기 3.1절에서 제안한 새로운 영상 분리 기법이 적용된 히스토그램 매칭의 부호화 성능 향상을 비교하기 위해 영상 분리 기법이 적용되지 않은 다시점 비디오와 [9]의 영상 분리 기법이 적용된 다시점 비디오, 그리고 제안하는 조건식을 이용한 영상 분리 기법이 적용된 다시점 비디오 각각의 부호화 성능을 비교하였다[8,9]. 실험에는 MSR에서 깊이

표 2 . 제안하는 기법과 기존 기법과의 성능 비교
Table 2. The performance comparison of the proposed algorithm with a conventional algorithm

method \ sequence	Breakdancers				Ballet			
	bit saving (%)	Y (dB)	Cb (dB)	Cr (dB)	bit saving (%)	Y (dB)	Cb (dB)	Cr (dB)
[8]의 실험 결과	-24.61	2.58	2.93	3.07	-6.25	1.96	2.02	2.08
[9]의 실험 결과	-21.35	2.92	3.39	3.10	-5.80	2.20	2.30	2.27
제안하는 영상 분리 기법을 사용한 조명 보상 기법이 적용된 다시점 비디오의 실험 결과	-26.79	3.05	3.51	3.25	-2.43	2.23	2.33	2.46



(a) (b) (c)

그림 11. 율-왜곡 그래프 비교 (시퀀스 “Breakdancers”), (a) Y 성분, (b) Cb 성분, (c) Cr 성분

Fig. 11. Comparison of rate-distortion curve (For sequence "Breakdancers"), (a) Y component, (b) Cb component, (c) Cr component

영상이 제공되는 Breakdancers와 Ballet 시퀀스를 사용하였다. 표 2는 위의 세 가지 다시점 비디오의 실험 결과를 보여준다. 표 2는 위의 세 가지 조명 보상 기법을 적용한 결과를 원영상의 다시점 비디오 부호화 JMVM(version 2.4)의 결과와의 차이를 통해 도시하였다. 이후의 표를 이용한 모든 다시점 비디오 부호화 성능 비교는 이와 같은 방법을 사용하였다.

표 2에 나타나듯이 Breakdancers 시퀀스의 경우, 제안하는 영상 분리 기법의 실험 결과가 [9]의 영상 분리 기법의 실험 결과에 비해, Y 성분은 0.13dB, Cb 성분은 0.11dB, Cr 성분은 0.15 dB의 PSNR 향상을 보였다. 또한 상대적으로 5.44%의 비트를 절감하는 효과를 보였다. 이는 이전 영상 분리 기법의 비트율 뿐만 아니라, 영상 분리 기법이 적용되지 않았을 경우의 비트율보다도 적은 비트율을 점유하는 성능의 향상을 나타낸다. Ballet 시퀀스의 경우에는 Y 성분은 0.03dB, Cb 성분은 0.03dB, Cr 성분은 0.19 dB의 상대적으로 적은 PSNR 향상을 보였고, 비트절감율은 오히려 하락하였는데, Ballet 시퀀스의 성능 향상이 Breakdancers 시퀀스에 비해 미비한 이유는 Ballet 시퀀스의 깊이 영상의 정확도가 Breakdancers 시퀀스보다 비교적 정확하여 [9]의 분리 기법을 적용하여도 잘못된 분리 현상이 많이 발생하지 않기 때문이다. 그림 11는 성능 향상이 두드러진 Breakdancers 시퀀스에 대한 세 가지 실험 결과의 율-왜곡 곡선을 보여준다.

2. 화면 그룹별 개별적인 참조 히스토그램을 사용하는 히스토그램 매칭의 실험 결과

상기 3.2절에서 제안된 화면 그룹별 개별적인 참조 히스토그램을 사용하는 히스토그램 매칭의 부호화 성능 향상을 확인하기 위해서 [7]의 결과와 정해진 참조 시점 시퀀스의 모든 영상을 고려하여 참조 히스토그램을 계산하는 [8]의

표 3 . 제안하는 기법과 기존 기법과의 성능 비교

Table 3. The performance comparison of the proposed algorithm with a conventional algorithm

method / sequence	[7]				[8]				화면 그룹별 히스토그램 매칭			
	bit saving(%)	Y (dB)	Cb (dB)	Cr (dB)	bit saving(%)	Y (dB)	Cb (dB)	Cr (dB)	bit saving(%)	Y (dB)	Cb (dB)	Cr (dB)
Ballroom	N/A	0.24	0.59	0.52	-23.44	1.54	1.56	1.61	-24.13	1.60	1.66	1.71
Race1	N/A	0.82	1.35	1.55	-10.73	0.51	2.03	1.57	-36.04	1.47	2.87	2.97
Crowd	N/A	0.68	1.50	1.84	-44.12	2.09	3.42	3.32	-44.07	2.06	3.43	3.34
Breakdancers	N/A	-0.04	0.18	0.16	-24.61	2.58	2.93	3.07	-24.64	2.60	2.87	3.08
Ballet	N/A	N/A	N/A	N/A	-6.25	1.96	2.02	2.08	-5.48	1.97	1.83	2.19
Average	N/A	0.43	0.91	1.02	-21.83	1.74	2.39	2.33	-26.87	1.94	2.53	2.66

결과를 제안하는 화면 그룹별 히스토그램 매칭의 결과 영상의 부호화 결과와 비교하였다. 표 3은 위의 세 가지 조명 보상 기법을 여러 시퀀스를 대상으로 적용한 결과 성능을 일반적인 다시점 비디오 부호화의 성능과의 차이를 비교하여 보여준다.

표 3에서 제안하는 화면 그룹별 히스토그램 매칭 기법이 이전의 히스토그램 매칭 기법들보다 평균 PSNR과 평균 비트 절감율에서 모두 향상된 성능을 가짐을 보여준다. 그림 8에서 예를 든 Ballroom과 Race1 시퀀스에서는 PSNR과 비트율, 모두 향상되는 효과를 가지는데, 특히 카메라의 앵글이 이동하여 시간의 흐름에 따른 영상의 구성의 차이가 큰 Race1 시퀀스는 Y 성분은 0.96dB, Cb 성분은 0.84dB, Cr 성분은 1.4dB의 PSNR 향상과 25.3%의 비트 절감효과를 보여 가장 좋은 성능 개선을 보였다. 반면 Crowd, Breakdancers, Ballet 시퀀스는 성능의 향상이 미비하거나 오히려 성능이 다소 떨어지는 결과를 보였는데, 이는 시퀀스가 고정된 카메라 앵글에서 촬영되고, 등장인물의 이동이 없거나 등장인물이 너무 많아 시간의 흐름에 따른 영상의 구성과 색상 분포가 유사하기 때문이다. 이러한 시퀀스는 시퀀스를 여러 군집으로 나누는 화면 그룹별 히스토그램 매칭 기법보다 정해진 참조 시점의 시퀀스 전체를 고려하여 참조 히스토그램을 구하는 기존의 time-constant 히스토그램 매칭이 적합하다는 것을 알 수 있다. 그림 12는 성능 개선이 두드러진 Ballroom과 Race1 시퀀스에 [7]의 결과를 제외한 두 가지 조명 보상 기법이 적용된 실험 결과의 율-왜곡 곡선을 보여준다. [7]은 실험 결과에 비트율을 제공하지 않아 율-왜곡 곡선으로 표현할 수 없다.

3. 제안하는 두 가지 기법에 대한 성능 평가

본 논문에서 제안한 두 조건식에 의한 효율적인 레이어별 히스토그램 매칭 기법과 화면 그룹별 히스토그램 매칭 기법의 조건별 성능을 비교해 보기위해 네 가지 조건하에 실험을 수행하였다. 두 가지 기법이 각각 적용된 히스토그

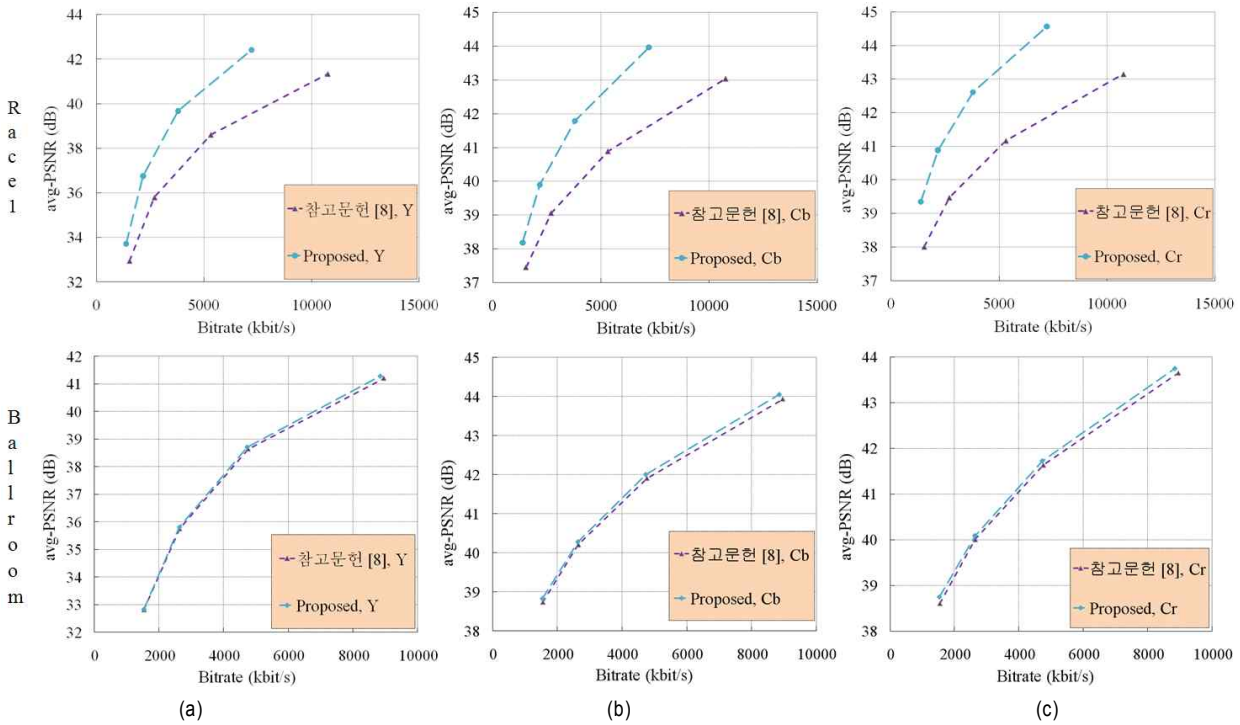


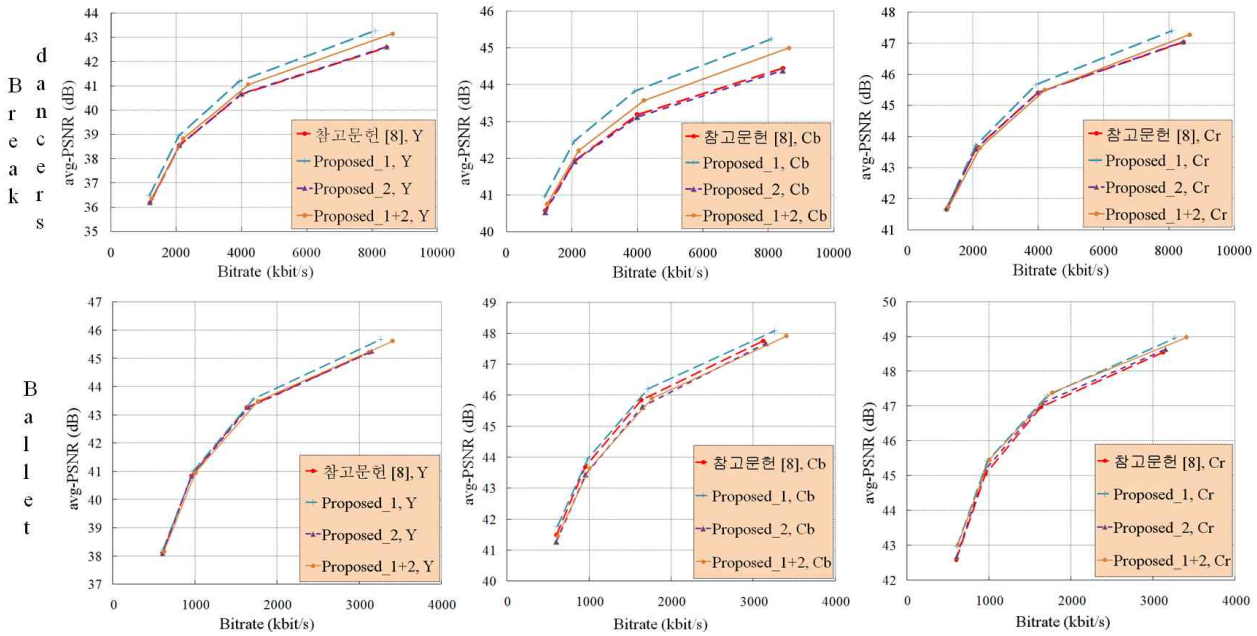
그림 12. 율-왜곡 그래프 비교 (시퀀스 “Race1”, "Ballroom") (a) Y 성분, (b) Cb 성분, (c) Cr 성분
Fig. 12 Comparison of rate-distortion curve (For sequence "Race1", "Ballroom"), (a) Y component, (b) Cb component, (c) Cr component

표 4. 제안하는 기법과 기존 기법과의 성능 비교
Table 4. The performance comparison of the proposed algorithm with a conventional algorithm

method \ sequence	Breakdancers				Ballet			
	Y (dB)	Cb (dB)	Cr (dB)	Bit-saving (%)	Y (dB)	Cb (dB)	Cr (dB)	Bit-saving (%)
[8]	2.58	2.93	3.07	-24.61	1.96	2.02	2.08	-6.25
첫 번째 제안하는 기법	3.05	3.51	3.25	-26.79	2.23	2.33	2.46	-2.43
두 번째 제안하는 기법	2.58	2.93	3.07	-24.61	1.96	2.02	2.08	-6.25
세 번째 제안하는 기법	2.93	3.27	3.17	-21.93	2.16	2.06	2.51	+0.98

램 매칭의 결과 영상과 두 기법이 함께 적용된 히스토그램 매칭의 결과 영상, 그리고 [8]의 기존의 히스토그램 매칭의 결과 영상, 각각의 다시점 비디오 부호화 성능을 비교하였다. 깊이 영상을 이용한 영상 분리 기법이 적용되어야 하기 때문에, 4.1절과 마찬가지로 깊이 영상이 제공되는 Breakdancers와 Ballet 시퀀스를 사용하였다. 3.1절의 효율적인 가우시안 분포 분배를 위한 조건식이 적용된 레이어별 히스토그램 매칭의 결과를 첫 번째 제안하는 기법이라 하고, 3.2절의 화면 그룹별 개별적인 참조 히스토그램을 사용하는 히스토그램 매칭의 결과를 두 번째 제안하는 기법이라 하며, 두 가지 기법이 동시에 적용된 히스토그램 매칭의 결과를 세 번째 기법이라 할 때, 표 4는 제안하는 기법들의 PSNR과 비트율의 성능 향상치를 일반적인 다시점 비디오 부호화와의 차이 값으로 보여준다.

실험에 사용한 두 시퀀스 모두, 첫 번째 제안하는 기법이 적용된 결과 영상의 다시점 비디오 부호화 성능이 가장 좋은 성능을 보였다. 이는 4.2절에서 확인하였듯이 Breakdancers와 Ballet 시퀀스는 시간의 흐름에 따른 영상의 구성



(a) (b) (c)

그림 13. 율-왜곡 곡선 (시퀀스 “Breakdancers”, “Ballet") (a) Y 성분, (b) Cb 성분, (c) Cr 성분
Fig. 13. Comparison of rate-distortion curve (For sequence "Breakdancers", "Ballet"), (a) Y component, (b) Cb component, (c) Cr component

과 색상 분포가 유사하여 화면 그룹별 히스토그램 매칭 기법이 적합하지 않기 때문이다. 만약 Race1이나 Ballroom 시퀀스와 같이 시간적 중복성이 적은 특징을 지니는 시퀀스가운데, 비교적 정확한 깊이 영상이 주어지는 시퀀스가 있다면 세 번째 기법의 결과가 가장 우수할 것이라고 예측할 수 있다. 상기 4.2절에서 이미 화면 그룹별 히스토그램 매칭 기법이 이러한 특징을 지니는 시퀀스의 부호화 성능을 향상시킨다는 것을 확인하였기 때문이다. 그림 13은 표 4의 네 가지 조명 보상 기법의 부호화 결과를 율-왜곡 곡선으로 보여준다.

본 논문에서는 이미 제공된 깊이 영상을 사용하여 영상을 분리하는 기법을 제안하였다. 만약 제공된 깊이 영상이 시간의 흐름에 따라 불균일하다면 제안하는 기법을 사용하더라도 좋은 조명 보상 효과와 부호화 성능 향상을 기대할 수 없다. 따라서 앞으로 정확한 깊이 영상을 획득할 수 있는 카메라 시스템에 대한 연구가 병행된다면 더욱 좋은 성능 향상을 기대할 수 있다. 또한 이를 다른 관점에서 보면, 영상을 객체 단위로 분리하기 위해 영상의 값을 분석하고 비교하는 본 논문의 기법은 원 영상의 화소 값에 의존적일 수밖에 없다. 에지 성분과 같이 영상이 지니는 다른 특징들을 이용한 보다 정확한 세그먼테이션(segmentation) 기법이 개발되어 본 기법에 적용된다면 더욱 우수한 조명 보상 효과를 얻을 수 있을 것이다.

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 시공간적 상관성이 떨어지는 다시점 비디오의 조명 불일치를 효율적으로 보상하고 부호화 효율을 높이기 위한 조명 불일치 보상 기법을 제안하였다. 참조 시점의 모든 영상을 고려하여 획득한 참조 히스토그램으로 매칭시키는 기존의 히스토그램 매칭 기법은 카메라 앵글의 이동으로 인해 단일 시점에서 획득하여도 색상 분포가 다른 연속된 단일 시점 영상과 다시점 카메라의 촬영 위치의 차이로 인해 구성과 색상 분포가 다른 시점 영상의 조명 불일치를 효과적으로 보상할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 화면 그룹별로 개별적인 참조 히스토그램을 계산하는 기법과 두 조건식으로 다수의 가우시안 분포를 정해진 레이어 분포로 군집시키는 기법을 제안하였다. 실험을 통해 부호화의 기본 화면 그룹단위의 개별적 히스토그램 매칭 기법과 새로운 영상 분리 기법이 각각 다시점 비디오의 시간적, 공간적 상관성을 향상시켜 결과적으로 다시점 비디오 부호화의 성능이 더욱 향상됨을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] ITU-T RECOMMENDATION H.264 “"Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services”". May 2003.

[2] “"Call for proposals on multi-viewvideo coding,”" ISO/IEC-JTC1/SC29/WG11 MPEG Document N7327, Jul. 2005.

[3] M. Gilge, “"Motion estimation by scene adaptive block matching and illumination correction,”" in Proc. Image Process. Algorithms and Techn., R. J. Moorhead and K. S. Pennington, Eds., Canada, June 1990, vol. 1244, pp. 355–-366.

[4] K. Kamikura, H. Watanabe, H. Jozawa, H. Kotera, and S. Ichinose,“ "Global brightness-variation compensation for video coding,”" IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 8, no. 8, Dec. 1998.

[5] Y. Altunbasak, R. Mersereau, and A. Patti, “"A fast parametric motion estimation algorithm with illumination and lens distortion correction,”" IEEE Trans. Image Process., vol. 12, no. 4, pp. 395–-408, Apr. 2003.

[6] J. Lopez, J. Kim, A. Ortega, and G. Chen, “"Block-based illumination compensation and search techniques for multiview video coding,”" in Picture Coding Symp. (PCS) 2004, Dec. 2004.

[7] U. Fecker, M. Barkowsky, and A. Kaup, "Histogram-Based Prefiltering for Luminance and Chrominance Compensation of Multiview Video," IEEE Trans. ,vol. 18, no 9, Sep. 2008.

[8] 이동석, 유지상, “다시점 비디오의 휘도 및 색차 성분 불일치 보상을 위한 히스토그램 매칭 기반의 전처리 기법”, 전자공학회 논문지, 11월 개재 예정

[9] 이동석, 유지상, “깊이 정보에 따른 레이어별 히스토그램 매칭을 이용한 조명 불일치 보상 기법”, 한국통신학회 논문지, 8월 개재 예정

[10] U. Fecker, M. Barkowsky, and A. Kaup, "Time-constant histogram matching for colour compensation of multi-view video sequences," in Proc. 26th Picture Coding Symp. (PCS 2007), Lisbon, Portugal, Nov.2007.

[11] PL.Lai, A. Ortega, P. Pandit, P. Yin, C. Gomila, “Adaptive Reference Filtering for MVC”, JVT-W065.doc, San Jose, USA, April 21-27, 2007.

[12] C. A. Bouman, “Cluster: An unsupervised algorithm for modeling gaussian mixtures,” http://cobweb.ecn.purdue.edu/bouman/software/cluster/, thisversionwasreleasedinJul.2005.

[13] Kim S, Park RH. A novel approach to scene change detection using a cross entropy. In: IEEE International Conference on Image Processing, vol. 3, Vancouver, Canada, September 2000. p. 937–40.

[14] S.H. Kim and R-.H. Park, Efficient algorithm for video sequence

matching using the modified Hausdorff distance and the directed divergence. IEEE Transactions on CSVT 12 7 (2002), pp. 592 - 596.
[15] Y. Su, A. Vetro, and A. Smolic, “"Common test conditions for multi-view video coding,”"(2006) Doc. JVT-U211, [Online]. Available: http://ftp3.itu.ch/av-arch/jvt-site/
[16] 이동석, 유지환, 유지상, “히스토그램 매칭을 이용한 다시점 비디오의 휘도와 색차 성분 보상 기법”, 한국방송공학회 학술대회, Nov. 2009, pp. 191-194.
[17] 이동석, 서영호, 김동욱, 유지상, “다시점 비디오의 조명 보상을 위한 에지 방향성을 고려한 새로운 전처리 기법”, 한국방송공학회 학술대회, Jul. 2010.
[18] 이동석, 서영호, 김동욱, 유지상, “깊이 정보에 따라 여러 객체로 분리한 영상 단위의 히스토그램 매칭에 기반한 다시점 비디오의 조명 불일치 보상 기법,” 한국방송공학회 학술대회, Jul. 2010.
[19] D.-S. Lee, Y.-H. Seo, D.-W. Kim, and J.-S. Yoo, "Depth-Dependent Histogram Matching for Illumination Compensation of Multiview Video," International Conference on 3D Systems and Application, pp. 227-230, May 2010.

저 자 소 개

이 동 석

- 2009년 2월 : 광운대학교 전자공학과 학사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 전자공학과 석사 과정
- 주관심분야 : 3차원 영상 압축, 영상 신호 처리

유 지 상

- 1985년 : 서울대학교 전자공학과 학사 졸업
- 1987년 : 서울대학교 전자공학과 석사 졸업
- 1993년 : Purdue대학교 전기공학과 박사 졸업
- 1997년 ~ 현재 : 광운대학교 전자공학과 교수
- 주관심분야 : 3D 입체영상처리/압축, 웨이블릿 기반 영상처리, 비선형 디지털 신호처리