

깊이 정보에 따라 여러 객체로 분리한 영상 단위의 히스토그램 매칭에 기반한 다시점 비디오의 조명 불일치 보상 기법

*이동석 **서영호 ***김동욱 ****유지상

광운대학교

*dlehdtr86@kw.ac.kr, **yhseo@kw.ac.kr, ***dwkim@kw.ac.kr, ****jsyoo@kw.ac.kr

Histogram matching by the classified image according to its depth information for Illumination mismatch compensation in multi-view video

*Lee Dong Seok **Seo Young Ho **Kim Dong Wook ***Yoo Jisang

Kwangwoon University

요약

본 논문에서는 깊이 정보를 이용하여 영상을 색상 분포가 각각 다른 객체 영상으로 분리하고 개별적으로 히스토그램 매칭 기법을 적용하는 조명 보상 기법을 제안한다. 서로 위치가 다른 다시점 카메라의 경우, 다시점 비디오 부호화(multi-view video coding)의 성능을 저하시키는 인접 시점 영상 간 조명 불일치 현상이 발생한다. 이러한 조명 불일치를 보상하기 위한 히스토그램 매칭(histogram matching)을 이용한 전처리 기법이 제안되었다. 모든 시점의 다시점 영상 히스토그램은 정해진 참조 시점 영상의 히스토그램으로 매칭되어 조명 불일치와 다시점 비디오 부호화의 성능을 개선할 수 있다. 하지만 일반적인 영상은 색상 분포와 깊이 정보가 상호 독립적인 객체들로 구성되어 있다. 또한 다시점 비디오는 시점에 따라 획득된 영상 간에 동일 객체의 위치와 깊이가 서로 달라 정해진 참조 시점의 히스토그램으로 매칭하는 기존의 방법은 적합하지 않다. 본 논문에서는 주어진 영상 내에서 깊이 정보를 이용하여 객체를 먼저 분리하고, 객체 영상별로 히스토그램 매칭 기법을 적용하여 색상 보상을 수행하는 새로운 기법을 제안한다. 실험을 통해 제안하는 객체 단위의 조명 보상 기법이 향상된 다시점 비디오 부호화 효율을 보이는 것을 확인하였다.

1. 서론

다시점 카메라 시스템은 사용 목적에 맞게 다시점 영상을 획득하기 위해 일렬 또는 행렬로 카메라를 배치하여 영상을 획득하는 시스템이다. 다시점 카메라 시스템을 이용해 획득된 다시점 영상은 시점 수에 비례해 많은 양의 데이터가 필요하기 때문에 이 데이터를 전송하거나 저장하기 위해서는 더욱 효율적인 부호화 기법이 필요하다.

다시점 비디오 부호화 기술로 ISO/IEC 산하의 MPEG에서 2008년 표준화가 완료된 MVC에서는 시간 방향 예측 부호화를 수행하고, 같은 시간대의 서로 다른 시점 영상 간에 예측 부호화(inter-view prediction coding)를 수행함으로써 부호화 효율을 극대화하였다[1]. 하지만 조명 불일치 현상 등으로 인접 영상간의 상관성은 떨어지고 결국 부호화 효율을 저하시키는 원인이 될 수 있다. 이러한 조명 불일치 현상을 해결하기 위해 히스토그램에 기반한 전처리 방법이 제안되었다. 부호화 전에 모든 다시점 영상을 RGB 색상 구조로 변환하여 각각의 누적 히스토그램을 정해진 참조 영상의 누적 히스토그램으로 매칭시켜서 서로 다른 다시점 영상의 휘도와 색차 성분의 불일치를 보상하는 것이다[2].

하지만 다시점 비디오를 포함한 일반적인 영상은 서로 다른 색상 분포와 깊이를 가지는 여러 개의 객체들로 구성되어 있다. 또한 다시점 영상은 시점에 따른 프레임마다 객체의 구성 및 객체의 위치도 달라질 수 있다. 따라서 서로 다른 색상 분포를 가지는 여러 개의 객체를 하나의 히스토그램으로 간주하는 종래의 히스토그램 매칭 기법은 그 성능 향상이 제한적일 수밖에 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는

객체별 영상을 분리하고 분리된 객체 영상 별로 히스토그램 매칭을 수행하는 기법을 제안한다.

2. 본론

다시점 영상을 포함하는 일반적인 영상은 색상 분포와 깊이 분포에 각각 다른 여러 개의 객체로 구성된다. 또한 다시점 영상은 시점에 따라 영상 내 객체의 구성과 위치도 달라진다. 그림 1에서는 서로 다른 카메라에서 획득된 다시점 영상의 구성 차이를 보여준다. 그림 1과 같이 한 시점에서의 인물의 모습이 다른 시점에서는 보이지 않는 것을 확인할 수 있다.



(a) 0번 시점

(b) 7번 시점

그림 1. 시점에 따라 객체의 구성이 다른 경우

이와 같이 시점 간 구성이 서로 다른 다시점 영상을 정해진 참조 시점으로 매칭하는 기존의 히스토그램 매칭 기법을 이용하여 조명 보상이 되면 좋은 성능을 얻기가 어렵다.

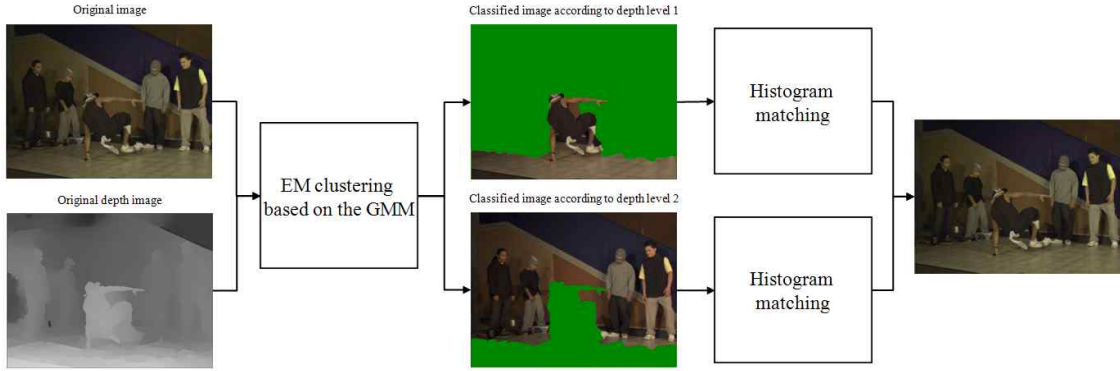


그림 3. 제안하는 객체 영상별 다시점 비디오의 조명 보상 기법의 구성도

특정 시점에만 존재하는 객체의 색상 분포는 다른 시점 영상으로부터 보상할 수 없기 때문이다. 영상을 구성하는 객체별로 히스토그램 매칭에 적용하기 위해서 히스토그램 매칭 기법 수행 전에 영상 내에 존재하는 객체를 분리하는 과정을 거친다. 제안한 기법에서는 카메라로부터의 상대적인 거리를 화소 값으로 표현한 깊이 영상을 이용하여 영상내의 객체들을 분리하고, 객체 영상에 개별적으로 히스토그램 매칭 기법을 적용하여 조명 불일치를 보상하게 된다. 깊이에 따라 여러 개의 객체 단위 영상을 분리하기 위하여 가우시안 혼합 모델(Gaussian Mixture Model: GMM) 기반의 EM 군집(expectation maximization clustering)기법을 적용하였다[3].

깊이 영상의 히스토그램 분포를 서로 다른 평균값과 분산 값을 가지는 여러 개의 가우시안 분포의 조합으로 가우시안 혼합 모델링한다. 그림 2은 깊이 영상의 히스토그램과 가우시안 혼합 모델링한 결과를 보여준다.

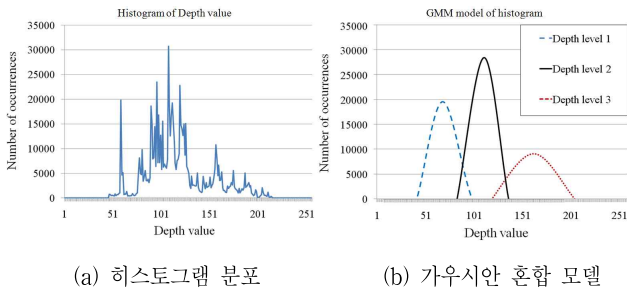


그림 2. 깊이 영상의 히스토그램 분포와 가우시안 혼합 모델링

그 이후 0부터 255사이의 깊이 값이 가우시안 분포 단위의 여러 모델 가운데 어느 모델에 해당되는가를 추정하기 위해 각 모델에 포함될 확률을 반복적으로 비교하여 추정하는 EM 군집 기법으로 주어진 깊이 변수가 속하는 가장 높은 확률에 가우시안 분포를 결정, 영상을 분리하게 된다. 그림 3은 상기 언급한 영상 분리 기법을 포함한 제안하는 조명 보상 기법의 흐름을 보여준다. 제안하는 영상 분리 기법은 영상을 두 객체 영상으로 나누고 개별적인 히스토그램 매칭 수행 후, 하나의 영상으로 결합하는 과정을 거친다. 이후 히스토그램 매칭 기법을 통해 다시점 비디오의 조명 불

일치를 보상한다. 히스토그램 매칭 기법은 참고문헌에 서술되어 있다[2].

표 1은 JMVM에 아래의 세가지 조명 보상 기법과 조명 보상 기법을 적용하지 않은 다시점 비디오 부호화의 PSNR과 비트 절감율의 결과를 비교하여 나타낸 것이다. 표 1에서 볼 수 있듯이, 제안하는 객체 영상별 히스토그램 매칭 기법을 다시점 비디오 부호화에 적용하였을 경우가 일반적인 다시점 부호화에 비해 Y 성분은 3.4 dB, Cb 성분은 3.8 dB, Cr 성분은 2.1 dB가 향상되고 24%의 비트율 절감 효과를 가지는 것을 알 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 다시점 비디오 부호화 시에 색상 분포가 다른 객체별 히스토그램 매칭을 이용한 효과적인 조명 불일치 보상 기법을 제안하였다. 영상은 색상 분포와 깊이 정보가 서로 다른 객체의 결합으로 구성되어 있어 객체별로 히스토그램 분포가 다르다. 서로 상이한 히스토그램 분포를 개별적으로 매칭하기 위해서 가우시안 혼합 모델을 기반한 EM 군집 기법을 이용하여 영상을 깊이 정보에 따라 두 개의 객체 영상으로 분리하였다. 제안하는 기법을 다시점 비디오 부호화에 적용하면 부호화의 성능이 크게 향상됨을 확인할 수 있었다.

<감사의 글>

본 연구는 서울시 산학연 협력사업(NT080528)과 지식경제부 및 한국 산업기술평가관리원의 IT산업원천기술개발사업[KI002058], 대화형 디지털 홀로그램 통합서비스 시스템의 구현을 위한 신호처리 요소 기술 및 SoC 개발사업의 일환으로 수행되었음.

참고 문헌

[1] 이동석, 유지환, 유지상, “히스토그램 매칭을 이용한 다시점 비디오의 휘도와 색차 성분 보상 기법”, 한국방송공학회 학술대회, Nov. 2009, pp. 191-194.

표 1. 제안하는 기법과 기존의 조명 보상 기법들의 다시점 비디오 부호화와 조명 보상을 수행하지 않은 다시점 비디오 부호화와의 성능 비교

| | JMVM_IC | | | | Fecker's | | | | Proposed | | | |
|----------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| | Y(dB) | Cb(dB) | Cr(dB) | Bit-rate | Y(dB) | Cb(dB) | Cr(dB) | Bit-rate | Y(dB) | Cb(dB) | Cr(dB) | Bit-rate |
| QP=22 | 0.26 | -0.09 | -0.04 | 2.28% | 0.29 | 1.29 | 0.83 | -0.61% | 2.21 | 2.55 | 1.55 | -5.79% |
| QP=27 | 0.13 | -0.04 | -0.05 | -0.75% | 0.17 | 1.70 | 0.94 | -3.71% | 2.98 | 3.44 | 1.96 | -12.45% |
| QP=32 | 0.06 | -0.02 | -0.03 | -2.93% | 0.10 | 2.03 | 1.11 | -7.23% | 3.88 | 4.25 | 2.33 | -27.30% |
| QP=37 | 0.03 | 0.00 | -0.01 | -2.83% | 0.01 | 2.29 | 1.35 | -10.28% | 4.49 | 4.90 | 2.76 | -51.43% |
| Average | 0.12 | -0.04 | -0.03 | -1.06% | 0.14 | 1.83 | 1.06 | -5.46% | 3.39 | 3.79 | 2.15 | -24.24% |

- [2] 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.
- [3] 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.