

다시점 영상에서 시점간 균형을 맞추는 변이 추정 알고리즘

윤 재원, 김 용태, 손 광훈
연세대학교 전기전자공학과

Inter-view Balanced Disparity Estimation for Multiview Video Coding

Jaewon Yoon, Yongtae Kim, Kwanghoon Sohn
School of Electrical and Electronic Engineering
Yonsei University

E-mail : dreamhunters@diml.yonsei.ac.kr, wizard97@diml.yonsei.ac.kr, khsohn@yonsei.ac.kr

Abstract

When working with multi-view images, imbalances between multi-view images occur a serious problem in multi-view video coding because they decrease the performance of disparity estimation. To overcome this problem, we propose inter-view balanced disparity estimation for multi-view video coding.

In general, the imbalance problem can be solved by a pre-processing step that transforms reference images linearly. However, there are some problems in pre-processing such as the transformation of the original images. In order to obtain a balancing effect among the views, we perform block-based disparity estimation, which includes several balancing parameters.

I. 서론

3차원 다시점 영상 시스템에 대한 관심 증대로 인해 MPEG (Moving Picture Expert Group) 3D-VC 가 ISO/IEC SC29WG11에 설립 되었고 현재 다시점 동영상 부호화에 대해서 표준화가 진행 중이다. 다시점 동영상의 표준화 작업을 통해 교육, 훈련, 3차원 영화 산업, 의료 산업, 화상 회의 및 3차원 방송 등 여러 분야에서 더 자연스럽고 현실감 있는 영상을 전달할 수 있을 것으로 기대된다[1].

그러나 다시점 영상의 각 시점간에는 영상 획득시 여러 요인에 의한 휘도 성분의 불균형 (imbancing) 이 있을 수 있다. 이러한 신호의 불균형은 카메라 간의 다른 성질로 인해 변이 추정 및 예측의 정확도가 떨어질 수 있다[2]. 이는 전체적인 다시점 동영상 부호화의 성능을 크게 저하시킨다. 이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 다시점 영상의 부호화를 위한 시점간 불균형을 고려한 변이 추정 알고리즘을 제안한다.

실험 결과에서 기존의 변이 추정 방식보다 제안된 알고리즘이 비슷한 비트량에서 또는 적은 부가적인 비트량에서 약 2dB 의 성능 향상을 보여 준다.

II. 본론

영상의 불균형 (imbancing problem) 문제는 영상 전체에 한 개의 보정 파라미터를 가지고 좌 영상의 화소값과 우 영상의 화소 값의 평균과 분산 값이 같도록 하는 선형 변환 관계를 이용한 global balancing 알고리즘으로 해결하여 왔다. 그러나 전처리 과정에서 원 영상의 화소 값들이 변형되는 문제가 있다. 또한 시점간의 불균형을 해소하기 위해서 보정 파라미터를 이용하는 블록기반 변이추정을 수행하는데 실제로 획득한 다시점 영상에서 시점간의 불균형 관계식은 비선형적인 관계를 가지는 경우가 많기 때문에 간단한 선형 변환으로 표현할 경우 효율적인 보정 과정을 수행하기 어렵다. 그러므로 본 논문에서는 영상의 특성을 고려한 여러 개의 보정 파라미터를 이용하여 불균형 문제점을 해결하고자 한다.

여러 개의 보정 파라미터를 구하기 위해 우선 global balancing 알고리즘인 식 (1)의 선형 변환을 통해서 참조 영상(I_{ref})의 평균과 분산 값을 현재 영상(I_{cur})의 값과 같도록 화소 값을 변형한다.

$$I_{ref'}(i, j) = a_G I_{ref}(i, j) + b_G, \forall (i, j) \in I_{ref} \quad (1)$$

여기서 a_G , b_G 는 전역 보정 파라미터 값이고 $I_{ref'}$ 는 변환된 참조 영상을 나타낸다. 이 알고리즘은 선형변환을 이용하므로 변환된 참조영상의 평균($\mu_{ref'}$)과 분산($\sigma_{ref'}^2$)은 식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned} \mu_{ref'} &= a_G \mu_{ref} + b_G \\ \sigma_{ref'}^2 &= a_G^2 \sigma_{ref}^2 \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)로부터 a_G , b_G 을 다음과 같이 구한다.

$$a_G = \frac{\sigma_{ref'}}{\sigma_{ref}}$$

$$b_G = \mu_{ref'} - a_G \mu_{ref} \quad (3)$$

따라서 앞에서 언급한대로 참조 영상과 현재 영상의 평균과 분산 값을 맞추기 위해서는 $\sigma_{ref'} = \sigma_{cur}$, $\mu_{ref'} = \mu_{ref}$ 이어야 하므로 식 (2)와 식 (3)으로부터 a_G, b_G 를 다음과 같이 계산한다.

$$a_G = \frac{\sigma_{cur}}{\sigma_{ref}}$$

$$b_G = \mu_{cur} - \frac{\sigma_{cur}}{\sigma_{ref}} \mu_{ref} \quad (4)$$

위와 같이 구한 전역 보정 파라미터를 기준으로 시점간 불균형 문제를 해결하기 위한 초기 보정 파라미터 a_l, b_l 들을 결정하게 된다. 참조 영상과 현재 영상의 화소 값의 평균과 분산 값이 일치하는 이상적인 상태일 때 $a_G = 1, b_G = 0$ 이 된다. 이 점을 고려하여 초기 보정 파라미터를 결정할 때 영상의 특성에 따라서 보정 파라미터들의 스텝사이즈를 가변적으로 둔다. 즉, 스텝사이즈의 기본값으로 a_l 의 간격은 0.05, b_l 의 간격은 1로 설정하고 a_G 의 절대값이 1에서 많이 떨어져 있을수록 스텝사이즈를 최고 0.056까지 두고 b_G 의 절대값이 0에서 멀어질수록 스텝사이즈를 최대 2.5까지 설정한다.

이렇게 구해진 초기 보정 파라미터 a_l 와 b_l 를 변이 추정에 적용하여 각 매크로 블록마다 최적의 보정 파라미터를 결정하고 그에 대한 확률 모델을 구한다. 이 과정에서 수행한 변이 추정의 비용 함수로는 초기 보정 파라미터를 참조 영상에 적용하여 변환된 영상과 현재 영상간의 화소 값의 차이를 구하는 식 (5)의 newSAD값을 사용한다.

$$newSAD(k, l, dx, dy) = \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} |I_{cur}(i, j) - a_l[k]I_{ref}(i + dx, j + dy) + b_l[l]| \quad (5)$$

여기서 k, l 은 초기 보정 파라미터의 인덱스 이고 dx, dy 는 각각 변이 벡터의 수평 과 수직성분이고 N_x 와 N_y 는 각각 블록의 수평과 수직의 크기이다. 식 (5)를 사용하여 정해진 보정 파라미터의 확률 모델에 Lloyd-Max 양자화 방법을 적용하여 대표 보정 파라미터 a_R 과 b_R 을 계산한다.

그리고 구해진 대표 보정 파라미터 a_R 과 b_R 를 사용하여 실질적인 변이 추정을 수행한다. 제안 알고리즘의 비용함수는 탐색 범위 안에서 대표 보정

파라미터 개수만큼 반복적으로 변이 추정을 수행하기 때문에 계산의 복잡도가 증가하게 된다. 따라서 계산의 복잡도를 낮추기 위해서 화소 값에 미리 대표 보정 파라미터를 적용하여 변형된 값을 식(6)과 같은 Look-up Table로 만들어 변이 추정을 수행한다.

$$LuT[I][k] = a_R[k]I + b_R[k], I \in [0, 255] \quad (6)$$

식 (6)을 이용한 제안 알고리즘의 변이 추정에 사용되는 비용함수는 식(7)과 같다.

$$newSAD'(k, dx, dy) = \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} |I_{cur}(i, j) - LuT\{I_{ref}(i + dx, j + dy)[k]\}| \quad (7)$$

본 논문은 시점간 불균형 문제를 안고 있는 비선형 관계의 영상에 여러 개의 보정 파라미터를 사용하여 변이 추정의 신뢰도를 높이고자 하였다. 그러나 대표 보정 파라미터를 구할 때 휘도 성분만을 고려하고 색차 성분의 영향은 고려하지 않았다. 따라서 색차 성분도 고려한 변이 추정 방식에 대해 지속적으로 연구가 되어야 할 것이다.

III. 결론

표 1. 기존의 변이 추정 방식(FBMA)과 제안된 알고리즘(IBDE)의 성능 비교

실험영상	FBMA		IBDE (dB)	
	비트수	PSNR(dB)	비트수	PSNR(dB)
Ballroom	10455	24.21	9345	26.01
Golf2	9662	27.97	6906	30.93
Breakdancers	37227	35.44	36204	36.91
Flamenco1	10110	36.28	10454	38.58

위의 표 1은 보정 파라미터를 이용하지 않은 고정 블록 크기 정합 알고리즘 (FBMA) 과 8개의 보정 파라미터를 사용해 변이 추정을 수행한 제안 알고리즘 (IBDE) 의 결과를 보여준다. 모든 실험 영상에 대해서 기존의 알고리즘 보다 제안 알고리즘이 비슷한 비트량에서 또는 적은 부가적인 비트량에서 약 2dB정도의 PSNR 이득을 보이며 보다 신뢰도 높은 변이 벡터를 추정할 수 있었다.

참고문헌

- [1] A. Puri, R. V Kollaritis and B. G. Haskell, "Basic of stereoscopic video, new compression results with MPEG-2 and a proposed for MPEG-4," *Signal Processing: Image Communication*, vol. 10, pp201-234, 1997.
- [2] A. Mancini, "Disparity estimation and intermediate view reconstruction for noble applications in stereoscopic video," *Master Thesis, McGill University, Feb. 1998.*