

K-MEANS CLUSTERING 기반 영상의 공간 해상도 축소 변환을 위한 효율적 움직임 벡터 재예측 방법

*김경환 **정진우 ***최윤식
연세대학교 대학원 전기전자공학과
*kkh029@yonsei.ac.kr

Efficient Motion Re-Estimation Method Based on K -Means Clustering for Spatial Resolution Reduction Transcoding

*Kim, Kyoungwhan **Jung, Jinwoo ***Choe, Yoonsik
Department of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

요약

최근 비디오를 즐기는 방법에 있어서 다양한 형식 및 기기가 사용되고 있으며, 이러한 실질적 요구를 충족시키기 위한 방법으로 빠른 비디오 변환 기술이 필요하다. 비디오 변환 기술 중 해상도 축소를 위한 새로운 움직임 벡터 재예측 방법을 제안한다. 줄어든 영상 내 블록의 움직임 벡터를 결정하기 위해 원본 영상 내 대응 되는 위치의 2개 이상의 움직임 벡터들을 K -means clustering 방법 기반으로 다중 후보 움직임 벡터를 결정하고, 결정된 움직임 벡터 중에서 차이의 절대값 합이 최소가 되는 움직임 벡터를 줄어든 영상 내 블록을 위한 움직임 벡터로 결정한다. 실험 결과 비디오 변환 없이 압축을 수행한 연산시간에 비해 9% 정도의 연산시간이 필요하였으며, 압축 효율은 BR-RATE가 약 17정도 증가하여 기존의 방식의 증가량에 비해 60%로 줄어든 결과를 보여주었다.

1. 서론

비디오 변환 기술에서 가장 중요한 이슈중의 하나는 변환기의 복잡도이다. 비디오 변환 기술의 목적인 빠른 비디오 변환을 위하여 변환 처리 속도 향상이 가장 큰 목표이다. 비디오 압축에서 가장 오랜 시간을 소비하는 과정은 움직임벡터 예측(motion compensated prediction, MCP)이다. 따라서 MCP에서 소비되는 시간을 최소한으로 줄이면서 압축효율을 유지하는 기술이 필요하다.

MCP를 효율적으로 수행하기 위해서 원본 영상이 가지고 있는 움직임벡터(MV)를 사용하여 변환된 비디오의 MV를 예측하는 MV 재예측방법이 많이 사용된다. 이 방법은 화면의 해상도를 줄일 때 MV를 효율적으로 예측하기 위한 방법으로, 줄어든 영상 내의 하나의 블록에 맵핑되는 원본영상 내의 MV가 다수 존재할 때, 이 다수의 MV를 이용하여 줄어든 영상 내의 MV를 예측해내는 방법이다. 영상의 크기가 줄어들어도 같은 위치의 MV는 서로 유사하므로 MV 재예측방법은 효율적이라고 말할 수 있다.

기존에 제안된 MV재예측방법은 원본영상이 가지고 있는 MV를 이용하여 하나의 MV를 재예측하는 방식으로 구성되어 있다. MV를 재예측하는 알고리즘으로는, random, average, median 등이 있다.[1] Random 방식은 예측에 사용되는 MV 중에서 임의의 MV를 선택하는 방법으로 연산속도는 빠르지만 효율적이지 못하다. Average 방식은 예측에 사용되는 MV의 평균을 구하여 이를 예측된 MV로 사용하는 방법이다. 이 방법은 예측에 사용되는 MV들이 복잡하거나, 특정 MV 하나가 다른 MV보다 매우 큰 값을 가지게 되면 낮은 성능을 보이게 된다. Median방법의 경우 MV를 크기 순서대로 정렬하여 중간에 해당

하는 MV를 선택하는 방법이다. 이 방법의 경우 다른 방식에 비해 성능은 뛰어나지만 상대적으로 연산량이 큰 편이다.

기존의 방식에서는 하나의 MV를 예측해냈으며, 이 방식으로는 예측에 사용된 MV들이 복잡하게 분포하고 있으면 예측된 MV가 압축 효율 면에서 좋은 성능을 보이지 못했다. 이를 개선하기 위하여 제안된 방법에서는 예측에 사용되는 MV를 대표할 수 있는 몇 개의 후보 MV를 찾아서, 후보 MV 중에서 차이의 절대값 합(sum of absolute difference, SAD)이 최소가 되는 MV를 찾는 기술을 사용하고 있다.

2. 제안 방식

제안하는 방식에서는 다수의 후보 MV를 생성하여, 그 중에서 최적의 MV를 찾는 방법을 사용하였다. 다수의 후보 MV를 찾기 위해, 예측에 사용하는 MV들을 k -means clustering 방법을 이용하였다.

가. K -means clustering 방법

K -means clustering은 분류가 되어있지 않은 데이터 집합을 몇 개의 무리로 나누기 위한 방식중의 하나로, 무리에 속한 데이터 간의 분산이 최소가 되는 결과를 찾아준다.[2]

K -means clustering 방식의 수행 방법은 초기 임의의 중앙값이 주어지면서 시작된다. 아래의 두 단계의 과정이 순차적으로 반복되면서 수렴되는 값을 찾을 때까지 수행된다.

- 1) 주어 각 중앙값을 기준으로 데이터의 무리가 결정되는데 결정 방법은 모든 중앙값 중에서 해당 데이터와 거리가 가장 가까운 중앙값의 무리가 선택된다.

2) 모든 데이터가 무리에 각각 나누어 들어가게 되면 해당 무리에 대한 중앙값이 다시 결정된다.

나. MV 재예측 방법

위에서 제시한 k -means clustering 방법을 후보MV를 찾는 것에 사용하였다. 축소된 영상의 macroblock(MB)에 맵핑되는 MV가 그림 1과 같이 있다고 가정할 수 있다. 이웃하는 블록 간의 MV는 비슷한 값을 가지지만 영상내 물체간 경계에 해당하는 부분에서는 그림 1과 같이 MV간의 연관성이 떨어지고 물체에 따라 다른 MV를 가지게 된다. 이러한 경우 비슷한 경향성을 띄는 MV끼리 하나의 무리로 묶은 뒤에, 해당 무리들의 중앙 MV를 얻어서 이 MV들 중에서 SAD가 가장 적은 MV를 축소된 영상내의 블록의 MV로 할당한다.

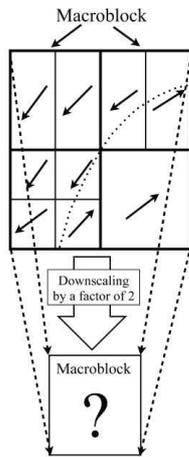


그림 1 영상 축소에 따른 MV 맵핑

3. 실험 결과

제안하는 방식의 성능을 확인하기 위한 실험은 JM17.2 reference software에 구현되어 수행하였다. 제안하는 방식의 성능 비교를 위해 낮은 해상도의 원본 영상 압축 결과를 기준으로 삼았으며, average와 median 방식을 구현하여 비교하였다. 실험에 사용된 영상은 “City”, “Crew”, “Soccer”이며, 영상의 해상도 변환은 704×576 에서 352×288 으로 수행하였다. 압축된 형식은 IPPP..구조를 가지며 비교하기 위한 MV 예측 방법은 full search이며 MV를 찾는 범위는 32×32를 사용하였다. 양자화 파라미터(QP)는 22, 27, 32, 37로 하여 수행하였다.

표 1은 각 알고리즘에 따른 압축효율을 나타낸 것이다. 결과를 살펴보면 제안한 방법이 mean과 median 방법을 사용한 결과보다 전체적으로 좋은 압축효율을 보여주고 있다. Mean과 median에서 BD-RATE는 30이상의 증가된 것으로 나타났지만 제안하는 방법은 약 18정도의 BD-RATE 증가를 보여주고 있다. 영상압축의 비트레이트 증가량이 기존의 두 방법에 약 60%로 감소하였음을 알 수 있다. 이는 기존 방식에 비해 제안하는 방식이 정확한 MV 예측을 하고 있다고 볼 수 있으며 그 결과 압축효율의 향상을 가지고 왔다.

표 2에서는 연산 수행시간 비교를 보여주고 있다. 표 2에 따르면 기존의 두 방법에 비해 제안하는 방법은 연산시간이 증가하였음을 알 수 있다. Mean과 Median 의 경우 실제 작은 영상을 압축하는 것에 비해 약 8.8%의 연산시간이 필요하였지만, 제안하는 방법은 약 9.09%의 연산시간을 사용하였다. 제안하는 방법은 기존의 방법에 비해 약 0.3%의 연산시간 증가를 보여주었는데 이는 충분히 수용할만한 범위내의 증가로 k-means clustering을 수행하는 것과 다중 후보MV를 사용하는 것이 전체적인 연산시간에 크

	Mean		Median		Proposed	
	BD-PSNR	BD-RATE	BD-PSNR	BD-RATE	BD-PSNR	BD-RATE
City	-1.37	42.28	-1.53	47.48	-0.66	17.70
Crew	-0.81	20.24	-0.79	19.81	-0.45	10.75
Soccer	-1.90	50.29	-1.67	43.17	-1.05	25.33
Ave.	-1.36	30.60	-1.33	36.82	-0.72	17.93

표 1 3가지 MV 재예측 방법 실험결과

	Mean		Median		Proposed	
	Total time (%)	ME time (%)	Total time (%)	ME time (%)	Total time (%)	ME time (%)
City	8.67	2.79	8.69	2.80	9.53	2.83
Crew	8.70	2.94	8.70	2.95	9.88	2.99
Soccer	9.07	2.96	9.01	2.96	9.30	2.99
Ave.	8.79	2.90	8.8	2.90	9.09	2.93

표 2 3가지 MV 재예측 방법 실험결과

게 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다.

표1과 표2를 살펴보면 “Soccer”영상에서 변환기가 낮은 성능을 보여주고 있으며 연산시간도 긴 것을 알 수 있다. 이는 해당 영상내의 물체들이 움직임이 많고 복잡하여 연산시간도 다른 영상에 비해 늘어나고 예측된 결과 또한 오차가 크다. 하지만 그림 2를 살펴보면 제안하는 방식이 기존의 mean과 median 방식에 비해 성능적인 면에서 향상되었음을 알 수 있다. 이는 복잡한 움직임을 가지는 영상에서도 MV를 찾아줌에 있어 제안하는 방식이 압축효율 면에서 더욱 효과적이라고 할 수 있다.

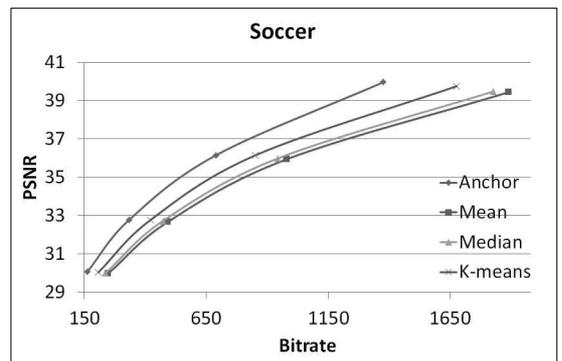


그림 2 “Soccer”영상 변환의 율-왜곡 성능

4. 결론

본 논문에서는 MV 재예측에서 다중 후보 MV를 이용하는 방법을 제안하였다. 다중 후보 MV를 결정하기 위하여 k-means

clustering 방법을 사용하였으며, 이 방법을 통해 얻은 무리별 중앙 MV를 얻어서, 이 MV중에서 SAD가 최소가 되는 것으로 MCP가 이루어지는 방식은 제안하였다. 이를 통하여 실제 압축을 수행하는 것 대비 비트증가량은 60%로 감소하였으며, 연산 시간은 실제 압축을 수행하는 것에 비해 9%정도 수준으로 빨라졌다. 따라서 제안한 알고리즘이 큰 연산시간 증가 없이 높은 압축효율을 가지고 있다.

참고문헌

- [1] I. Ahmad, X. Wei, Y. Sun, Y. Zhang "Video Transcoding: An Overview of Various Techniques and Research Issues", IEEE Trans. Multimedia, vol. 7, no. 5, pp. 793-804, Oct 2005.
- [2] P. Bickel, P. Diggle, S. Fienberg, K. Krickeberg, I. Olkin, N. Wermuth, S. Zeger "The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction", 2nd ed, Springer, pp.412-414