

점진적 장면 변화 검출을 위한 개선된 Shot 경계 검출기법

성창우, 강대성

동아대학교 공과대학 전기전자컴퓨터공학부

Advanced Shot Boundary Detection Algorithm by Gradual Transition

Changwoo Seong, Dae-Seong Kang

School of Electrical, Electronic and Computer Eng., Dong-A Univ.

E-mail: dskang@daunet.donga.ac.kr

I. 서론

요약

본 논문에서는 MPEG으로 압축된 영상에 대해서 급격한 장면 변화에 의한 shot 경계(cut)와 점진적 장면 변화에 의한 shot 경계(dissolve)를 검출하여 비디오 shot을 분할하는 기법을 제안한다. 기존의 방법으로 잘 검출하지 못하였던 점진적 장면 변화에 의한 shot의 경계를 검출하기 위한 기법을 제안한다. 먼저 압축영역의 기법 중 DCT DC 값을 비교하는 방법을 이용하여 cut에 의한 shot 경계를 검출한다. 그리고 움직임 벡터(MV)의 비를 비교하는 방법을 사용하여 dissolve에 의한 shot 경계의 후보지들을 얻어내고, 선택된 후보지들 중 n번째와 n+2번째 후보지 영상으로 dissolve 영상을 만들어 n+1번째 후보지의 영상과 유사도를 비교하여 dissolve를 검출한다. 이와 같이 압축영역에서 cut에 의한 shot 경계와 dissolve에 의한 shot 경계의 후보지를 검출해 내고, 검출된 shot 경계 후보지들에서 dissolve에 의한 shot 경계를 검출하는 방법을 함으로서 MPEG 비디오 영상의 복원량을 최소화하여 수행 속도를 높이면서도 cut과 dissolve 두 가지 모두를 효과적으로 검출할 수 있었다.

컴퓨터와 초고속 통신의 발달로 인해 디지털 비디오 정보가 폭발적으로 늘어가고 있으며, 이를 효율적으로 관리하기 위한 디지털 비디오의 색인 및 검색에 대한 연구가 많이 수행되고 있다. 디지털 비디오의 색인에 대한 연구는 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 먼저 한 가지는 디지털 비디오의 분할이며, 다른 한 가지는 분할된 정보를 바탕으로 특징을 추출하는 것이다. 디지털 비디오 분할의 경우 형태론적 기본 단위 중 하나인 shot으로 분할하는 방법에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 일반적으로 shot의 경계는 크게 두 가지로 나뉘어진다. cut에 의한 급격한 장면 변화(abrupt scene change)와 fade in / fade out / dissolve 등에 의한 점진적 장면 변화(gradual scene change)가 있다. Shot 경계를 검출하는 방법은 압축되지 않은 비디오 영상에서 각 프레임들의 특징을 이용하여 shot을 분할하는 비압축 영역에서의 작업과 MPEG 등으로 압축된 영상을 복원하지 않고 압축된 stream 내의 여러 가지 parameter의 특징을 이용하거나, 일부 정보만을 복원하여 shot을 분할하는 압축 영역에서의 작업으로 크게 나누어 볼 수 있다. 일반적으로 비압축 영역에서의 작업은 원 영상을 그대로 사용함으로써 다양한 형태의 영상 효과를 이용하여 압축 영역의 작업에 비해 정확한 결과를 얻을 수 있으나 압축되어진 영상을 복원하여야 한다는 결

1) 본 논문은 2000년 대학기초연구지원사업의 지원으로 수행되었음.

점이 있고, 압축 영역의 경우 수행 속도는 빠르지만 비압축 영역에 비해 정보의 양이 한정되므로 보다 빠르고 정확하게 shot의 경계를 검출하기 위해서는 두 가지 영역의 기법을 병행하여 사용할 필요성이 있다. 본 연구에서는 압축 영역의 기법 중 DCT DC 계수를 이용하여 cut을 검출하고, 움직임 벡터를 이용하여 dissolve에 의한 shot 경계의 후보지를 선정한다. 선정된 후보지들에 대해 영상을 복원하여 복원된 후보지의 영상과 후보지의 영상에서 만들어진 dissolve 영상을 유사도를 이용하여 dissolve에 의한 shot 경계를 검출하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 기존의 연구 동향에 대해 알아보고, 이들의 장단점과 특징에 대해서 기술할 것이다. 3장에서는 제안한 알고리즘에 대해 설명할 것이며, 4장에서는 실험 결과를 논할 것이며, 5장에서는 결론과 향후 과제들에 대해서 기술할 것이다.

II. 기존 연구 동향

비디오 shot 분할 기법은 크게 비압축 영역에서의 작업과 압축 영역에서의 작업 두 가지로 나누어 질 수 있다. 비압축 영역에서의 작업은 pixel-by-pixel difference나 히스토그램에 의한 frame difference를 이용하는 방법이 있다. 한편 압축 영역에서 장면 전환을 찾는 방법도 여러 가지가 제안되었다[1][3][4][5]. 우선 DCT 계수를 이용하는 방법과 움직임 벡터를 이용하는 방법 크게 두 가지 방법이 있다. DCT 계수를 이용하는 방법의 경우 DC 계수를 이용하는 방법이 많이 이용되고 있는데 이는 비압축 영역의 frame difference를 이용하는 것과 유사한 성질을 가지고 있다. DCT DC 계수를 이용하여 shot 경계를 검출할 경우 일반적으로 카메라의 움직임이나 화면 내 물체들의 움직임 등에는 영향을 받지 않으나, 명암이나 색상의 변화에 민감하고 명암이나 색상 변화가 적은 shot의 변화나 dissolve와 같은 점진적 shot 경계를 검출하기 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 움직임 벡터를 이용하는 방법에는 P와 B 프레임에서의 부호화된 매크로블럭(MB)과 움직임 벡터 비나 전방향 예측 움직임 벡터(FMV)와 역방향 예측 움직임 벡터(BMV)의 비율을 이용하는 방법과 움직임 벡터의 움직임의 크기를 이용하는 방법이 있다[7]. 움직임 벡터를 이용하는 경

우 색상의 변화나 명암의 변화에는 강하나 카메라의 움직임이 있다던가, 물체의 움직임이 심한 경우 shot 경계를 잘못 인식하는 경우가 많이 있다. 점진적 장면의 변화가 일어나는 shot의 경계에 대한 연구는 비압축영역에서 영상의 edge count를 이용하는 방법이 주로 사용되고 있다[6][8]. 이러한 방법은 cut 경계를 먼저 찾은 다음 cut과 cut 사이에서 edge count의 변화를 이용하여 dissolve를 검출한다. 이 밖에도 물체의 움직임을 추적하여 shot의 경계를 검출을 시도하는 경우도 있다[9].

III. 제안된 shot 경계검출 방법

Shot 경계를 검출하는 방법은 크게 두 개의 과정으로 나누어 볼 수 있다. 압축 영역의 기법인 DCT DC 계수와 움직임 벡터의 비를 이용하여 cut에 의한 shot 경계를 검출하고 dissolve에 의한 shot 경계 후보지를 검출하는 과정과 검출된 후보지의 영상들에서 dissolve에 의한 shot 경계를 검출하는 과정이 있다.

1. Shot 경계 후보의 선정 및 cut의 검출

일반적으로 MPEG[2]으로 압축된 영상에서 B 프레임에 있는 전방향 움직임 예측 벡터(FMV)와 역방향 움직임 예측 벡터(BMV)의 비율은 비슷하지만 shot이 변화하는 지점의 경우에는 현재 프레임과 그 다음 프레임과의 연관성이 떨어지게 됨으로 FMV나 BMV 한 가지가 상대적으로 많아지게 된다. 이러한 움직임 벡터의 성질을 이용하여 shot 경계의 후보지를 선정하는데 사용하였다. Cut과 dissolve에 의한 shot 경계 후보지를 검출하는 과정은 아래와 같다.

- Step 1. N-프레임에서의 DCT DC 값의 평균 (DC_N)을 구한다.
- Step 2. DC_N 과 DC_{N-1} 의 값의 차가 경계값 ($Threshold_{DC}$)보다 크면 cut에 의한 shot 경계로 한다.
- Step 3. 전체 비디오 스트림에서 FMV와 BMV의 비를 구한다.
- Step 4. FMV와 BMV의 비의 구간 평균값을 계산할 local window를 설정한다.
- Step 5. Local window의 중앙에 위치하는

sample과 local window의 평균값을 비교한다. 평균값보다 크면 dissolve에 의한 shot 경계 후보지로 설정한다.

그림 2는 실험에 사용한 MPEG 스트림의 FMV와 BMV의 local maximum 값을 보여주는 그래프이다.

2. Dissolve의 검출

움직임 벡터의 비를 이용하여 검출한 shot 경계 후보지의 경우 물체의 움직임이 많은 장면이나 카메라의 panning이 일어나는 장면, dissolve에 의해 영상이 점진적으로 변하는 경우를 모두 포함하고 있다. 이들 중 실제 shot의 경계에 해당하는 부분인 dissolve를 찾기 위해서 영상 편집시 dissolve 효과를 생성하는 원리를 이용하였다. Dissolve 효과는 아래와 같은 수식으로 표현할 수 있다.

$$E(t) = \alpha(t_S)\alpha(t) + I(t_E)[1 - \alpha(t)] + C, \quad (1) \\ \forall t \in (t_S, t_E)$$

여기서, $E(t)$ 는 시간 t 에서 화면에 나타나는 영상이며, $\alpha(t_S)$ 는 dissolve 효과가 시작되는 시간 t_S 의 비디오 스트림이며, $I(t_E)$ 는 dissolve 효과가 끝나는 시간 t_E 의 비디오 스트림이다. $\alpha(t)$ 는 시간 t_S 에서 t_E 사이의 구간에서 1에서 0의 값으로 단조 감소하는 일차원 함수이다.

식(1)과 같은 dissolve의 특징을 이용하여 n번째 영상을 out going 영상으로, n+2번째 영상을 in coming 영상으로 임의의 dissolve 영상을 만들어 내며 이때 시간 t 는 0.1에서 0.9까지의 0.1의 step 값을 가지며 증가시켜 총 9개의 영상을 만들어 내고, 이렇게 만들어진 영상과 n+1번째 영상의 pixel distance 값을 비교하여 그 크기가 경계값보다 작게 되면 n에서 n+2번째 사이에서 dissolve가 일어난 것으로 판단하여 새로운 shot 경계로 추가하고 경계값보다 크게 되면 shot 경계 후보지는 잘못 검출된 것이므로 후보지에서 제거한다.

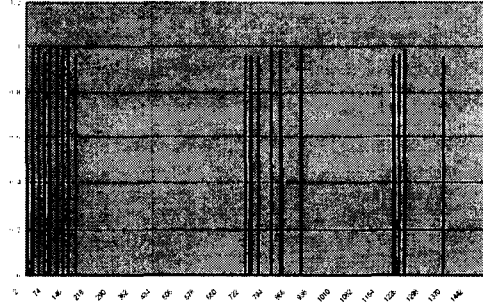


그림 1. Cut에 의한 Shot 경계

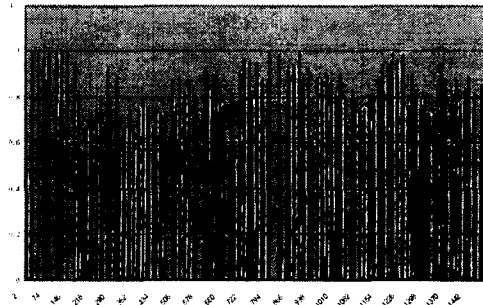


그림 2. FMV와 BMV 비의 local maximum 값

이렇게 shot 경계 후보지와 cut이 검출되어지면 shot 경계 후보지들의 영상을 복원한다. 그리고 복원된 shot 경계 후보지들의 영상(n번째 후보지와 n+2번째 후보지)으로 dissolve영상을 만들어 낸다. 만들어진 dissolve 영상과 n+1번째 후보지의 영상을 유사도를 비교하여 dissolve가 일어난

IV. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 알고리즘의 유효성을 알아보기 위해 먼저 MPEG 스트림에서 실제 cut의 위치와 dissolve에 의해서 장면이 변화하는 지점을 검출하였다.

그림 1은 DCT DC를 이용하여 cut에 의한 shot 경계가 검출된 프레임들을 보여 주는 그래프이며,

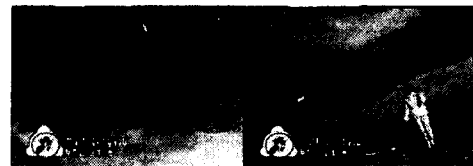


그림 3. n번째와 n+2 번째 후보지 영상



그림 4. dissolve 영상과 n+1번째 후보지 영상

곳을 검출한다. 그림 3는 실험에 사용한 MPEG 비디오 스트림 중에서 dissolve에 의한 장면 변화가 일어난 곳 근처의 shot 경계 후보지 영상이다. 그림 4의 왼쪽 그림은 n+1번째 shot 경계 후보지이고, 오른쪽 그림은 n번째와 n+2번째 후보지 영상으로 만들어진 dissolve 영상이다. 전체 shot 경계 후보지들에 대해 dissolve 영상을 만들고 그 유사도를 비교하여 구해진 최종 결과는 표 1과 같다.

표 1. 제안한 알고리즘을 이용하여 Shot 경계를 검출한 결과

	shot 경계	cut 검출후	후보지 검출후	결과
후보지	X	X	97	X
cut	13	16	X	16
dissolve	11	X	X	9
miss	X	3	73	3
not	X	0	0	2

실험에 사용된 MPEG 스트림은 1700개의 프레임으로 구성이 되어 있고 13개의 cut과 11개의 dissolve를 가지고 있다. FMV와 BMV 비율로서 shot 경계 후보지를 검출한 결과를 보면 물체의 움직임이 심하거나 카메라의 움직임이 있는 경우 오인식한 것은 많이 있으나, cut이나 dissolve 모두를 포함하기 때문에 shot 후보지 선정에 적합하다. Cut 검출 결과 중 오인식된 것들은 fade in/fade out 시간이 짧은 dissolve를 cut으로 인식한 것과 카메라의 panning을 서로 다른 cut으로 인식한 경우가 있다. 최종 결과에서 검출되지 않은 dissolve는 fade in/fade out 시간이 짧아 cut으로 오인식된 경우였다.

V. 결론

본 논문에서는 움직임 벡터의 비율을 이용하여 cut과 shot 경계 후보지를 검출하고, 검출된 경계 후보지들에 대해 dissolve 영상의 특징을 이용한 방법을 이용하여 dissolve에 의한 점진적 장면 변화를 검출하는 방법을 제안하였다. 제안한 알고리즘의 특징은 비디오 stream의 복원량을 최소화하면서도 급격한 장면의 변화가 있는 cut 뿐만 아니라 점진적으로 장면이 변화하는

dissolve도 효과적으로 검출할 수 있는 것이다. 또한 색상 변화가 적은 영상에서도 정확한 결과를 얻을 수 있다. 앞으로는 과제는 오인식율을 줄이고 카메라의 움직임에 의한 영상의 변화를 감지할 수 있는 방법에 대한 연구와 점진적 장면 변화를 압축영역에서 검출할 수 있게 하여 보다 빠르고 정확하게 shot 경계를 검출할 수 있게 하는 것이다.

참고문헌

- [1] Boon-Lock Yeo and Bed Liu, "Rapid Scene Analysis on Compressed Video", IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 5, No. 6, 1995.
- [2] K. R. Rao and J. J. Hwang, "Techniques & Standards For Image·Video & Audio Coding", PTR, 1996.
- [3] Jianhao Meng, Yujen Juan, Shih-Fu Chang, "Scene Change Detection in MPEG Compressed Video Sequence", IS&T/SPEG Symposium Proceeding Vol. 2419, 1995.
- [4] Shih-Fu Chang, "Compressed-Domain Techniques for Image/Video Indexing and Manipulation", IEEE ICIP95.
- [5] Jianhao Meng and Chih-Fu Chang, "Tools for Compressed Domain Video Indexing and Editing", SPIE Conference on Storage and Retrieval for Image and Video Database, Vol. 2670, 1996.
- [6] H. Yu, G. Bozdagi, S. Harrington, "Feature-based Hierarchical Video Segmentation", ICIP 1997, Vol 2. p 498-501, 1997.
- [7] Suchendra M. Bhandarkar and Aparna A. Khombhadia, "Analysis of Compressed Video Using Motion Edge"
- [8] Ramin Zabih, Justin Miller, Kevin Mai, "A feaure-based algorithm for detecting and classifying production effects", Multimedia Systems, Vol 7 p 119 ? 128, 1999.
- [9] Wei Jyh Heng and King N. Ngan, "Integrated Shot Boundary Detection using Object-based Technique", ICIP 1999, Vol 2 p289-293