

# MPEG 동영상에서의 강인한 장면 전환 검출 기법의 연구

이훈진, 이재호, 김희율

한양대학교 전자통신전파공학과

전화: 02-2299-8402 / 핸드폰: 011-9654-1644

## Robust Scene Change Detection Method for MPEG Video

Division of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University

Heun-Jin Lee, Jae-Ho Lee and Whoi-Yul Kim

E-mail : hjlee@vision.hanyang.ac.kr

### Abstract

Scene change detection is the fundamental process of automatic video indexing and retrieving. In this paper we propose a method which utilizes both compressed and uncompressed domain methods to detect scene change in a video. Candidate locations for scene change are estimated from DC images and motion vector information in compressed domain. And candidate frames are verified using edge histogram distance and color histogram distance, in uncompressed domain. The experimental results show that scene change can be detected fast and correctly by proposed method.

### I. 서론

최근 급격하게 증가하고 있는 비디오 데이터를 효율적으로 다루기 위해서는 의미 있는 장면들로 분류하고 검색할 수 있는 기술이 필요하다. 비디오 데이터에서의 색인 및 검색 방법을 구현하기 위한 기반 기술로는 장면 전환 검출 기술이 있다. 이것은 동영상의 정보를 분석하여 장면 전환점을 자동으로 추출하는 기술이다.

MPEG 동영상에서의 장면 전환 검출 방법은 크게

압축 영역의 방법과 비압축 영역에서의 방법으로 나눌 수 있다. 압축 영역에서의 방법은 MPEG 동영상으로 압축하는 과정에서 만들어진 매크로 블록, 움직임 벡터 등의 정보를 이용하는 방법이다 [1]. 이러한 정보들은 MPEG 동영상의 압축 전체에 대해서 디코딩하지 않고 추출할 수 있으므로 연산량이 적은 반면에 이미지의 세부 정보를 얻을 수 없어서 검출 결과가 비압축 영역의 방법에 대하여 상대적으로 낮게 나타난다. 비압축 영역에서의 방법은 MPEG 영상을 디코딩해서 얻어진 이미지의 정보를 이용하는 것이다 [2]. 이 방법은 이미지의 세부 정보를 얻을 수 있으므로 검출에서의 정확성은 높으나 MPEG 동영상의 압축 전체를 디코딩하는 과정과 이미지에 정보를 추출하는 과정이 필요하므로 연산량이 많은 단점이 있다.

본 논문에서는 압축 영역의 방법과 비압축 영역의 방법을 혼합한 방법을 제안한다. 압축 영역의 방법을 통하여 후보지를 검출하고, 후보지에 대해서 비압축 영역에서 얻은 세부 정보를 이용하여 검증한다. 제안된 방법은 MPEG 동영상 전체를 디코딩하지 않으므로 연산량을 줄일 수 있고, 후보지에 대해서 비압축 영역의 방법으로 검증을 하므로 장면 전환점을 좀더 정확하게 검출할 수 있다. 또한 DC 이미지 정보, 움직임 벡터 정보, 이미지 정보 등 압축 영역과 비압축 영역의 정보를 함께 사용할 있다는 장점이 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 압축 영역과 비압축 영역에서 장면 전환점을 찾기 위해 사용되는 기존의 방법들에 대해 소개하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 압축 영역과 비압축 영역을 함께 사용하는 방법에 대해서 기술한다. 4장에서 실험 결과를 보이고, 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 기존의 장면 전환점 검출 방법

### 2.1. 압축 영역에서의 전환점 검출

장면 전환점을 검출하는 기본적인 방법은 프레임 사이의 거리를 계산하여 임계값과 비교한 후 거리가 임계값보다 큰 장면을 전환점으로 검출하는 것이다. 프레임의 색상 정보와 에지 정보 등이 프레임 사이의 거리를 구하기 위하여 사용되고, 임계값은 적절한 값으로 정해진다.

압축 영역의 방법에서는 프레임간의 거리를 측정하기 위해서 8×8 DCT 블록의 DC 성분들을 추출해서 만든 DC 이미지를 사용한다. 영상의 특성상 낮은 주파수에 대부분의 정보가 있으므로 DC 성분을 이용하면 정보의 손실량을 줄이면서 특징값을 추출할 수 있다. 그리고 DC 성분을 추출하는 과정은 MPEG 압축의 일부만을 디코딩하기 때문에 연산량이 적다.

$$D_1(i, j) = |\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| + w \times (|\bar{U}_i - \bar{U}_j| + |\bar{V}_i - \bar{V}_j|) \quad (1)$$

$\bar{Y}_i$  : i번째 프레임에서의 Y의 평균.  
 $\bar{U}_i$  : i번째 프레임에서의 U의 평균.  
 $\bar{V}_i$  : i번째 프레임에서의 V의 평균.  
 $w$  : 가중치

압축 영역에서는 거리를 계산하기 위해서는 보통 DC 이미지의 YUV 값들을 사용한다. 식 (1)에서는 Y, U, V 각각의 평균의 차이를 이용해서 프레임 사이의 거리를 구하는 수식을 표시하였다.

장면 전환점을 검출하는 방법으로 P, B 프레임에 존재하는 움직임 벡터가 사용되기도 한다. 이것은 장면 전환점의 주변 프레임에서 순방향 움직임 벡터와 역방향 움직임 벡터가 차지하는 비율이 변화하는 성질을 이용한다 [3].

$$B_b = \frac{\text{Backward Motion Vector 개수}}{\text{forward Motion vector 개수}} \quad (2)$$

$$P_f = \frac{\text{forward Motionvector 개수}}{\text{intracoded block 개수}}$$

P-프레임에서는 순방향 움직임 벡터의 개수와 인트라 블록의 개수의 비율을 계산한  $P_f$ 를 사용하고, B-프레임의 경우 순방향 움직임 벡터와 역방향 움직임 벡터의 비를 계산한  $B_b$ 를 이용하였다.

### 2.2. 비압축 영역에서의 전환점 검출

비압축 영역의 방법은 이미지의 픽셀 값에서 특징값을 추출하여 프레임간의 거리를 구하여 장면 전환점을 검출하는 방법이다. 컬러 성분에 각각에 대해서 컬러 히스토그램을 계산하고 히스토그램의 차이를 이용해서 장면 간의 거리를 계산한다. 또한 에지 히스토그램의 차이를 이용하여 프레임 간의 거리를 계산하기도 한다.

$$D_2(i, i+1) = \sum_{j=1}^n \frac{(H_i(j) - H_{i+1}(j))^2}{\max(H_i(j), H_{i+1}(j))} \quad (3)$$

$H_i(j)$  : i 번째 프레임의 히스토그램에서 j 번째의 값.

히스토그램의 거리를 계산하는 방법 중에서  $\chi^2$ -테스트 방법을 수식 (4)에서 표시하였다.  $\chi^2$ -테스트 방법은 두 히스토그램 중에서 큰 값으로 나눠주기 때문에 단일 임계값에 대하여 평활화 된 거리 값을 계산해 주는 장점이 있다 [4].

## III. 장면 전환점 검출 방법

### 3.1 장면 전환점 검출 과정

본 논문에서 제안하는 장면 전환점 검출 방법은 그림 1에서 보이는 것처럼 장면 전환점의 후보지를 찾는 과정과 후보지를 검증하는 과정으로 나누어진다. 검출 과정은 다음의 순서로 검출을 진행하였다.

1. 압축 영역에서 DC 이미지 정보와 움직임 벡터 정보를 이용하여 급격한 장면 전환점을 검출한다.
2. 장면 전환점이 검출되면 비압축 영역에서 에지 히스토그램의 거리를 통해 장면 전환점이 정확한지를 확인한다.
3. 압축 영역에서 급격한 장면 전환점이 없다고 판단되면 점진적 장면 전환점이 없는지를 Twin-comparison 방법을 통해 판단한다.

4. 점진적 장면 전환점이 검출되면 비압축 영역에서 컬러 히스토그램의 거리를 통해 점진적 장면 전환점이 정확한지를 검증한다.

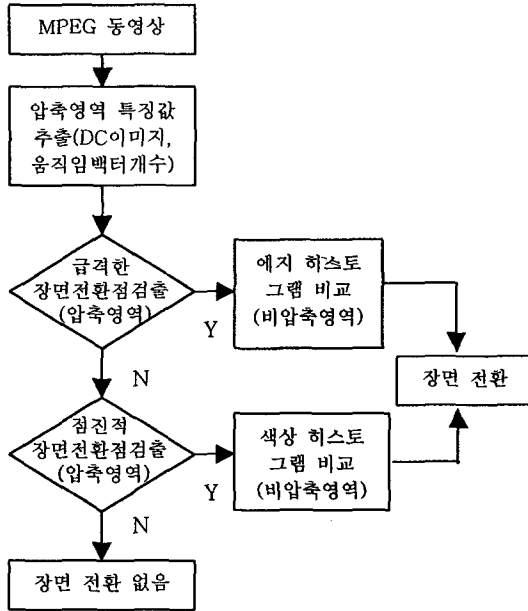


그림 1. 장면 전환 검출 과정

### 3.2. 급격한 장면 전환점 검출

급격한 장면 전환점의 후보지를 찾기 위해서 압축 영역에서의 특징값인 DC 이미지와 움직임 벡터를 이용하였다. 거리는 수식 (1)을 통해 계산하였고 I, P-프레임에서 장면 전환점을 검출 하였다.

장면 전환점은 현재 프레임과 이전 프레임에서 구한 거리를 임계값과 비교하여 검출하였다. 검출된 전환점에 대해서 그 주변에 위치한 B-프레임의 역방향/순방향 움직임 벡터의 비율을 임계값과 비교하여 다시 한번 장면 전환점인지를 확인한다. 주변에 위치한 B-프레임의  $B_b$  값들이 임계값보다 작으면 급격한 장면 전환점으로 판단하였다.

압축 영역에서의 검출이 끝나면 비압축 영역에서 에지 히스토그램의 차이를 이용하여 다시 검증한다. 만약 검출된 영역에서의 에지 히스토그램의 거리가 임계값 보다 작으면 전환점이 아니라고 판단하여 무시한다.

프레임들 혹은 동영상들마다 특성이 조금씩 틀리

는 경우가 있으므로, 임계값의 적절한 크기는 경우에 따라 변하도록 아래 식 (5)를 이용하여 같이 현재 프레임에서의 거리를 주변 프레임들의 거리의 평균값으로 나누어서 프레임간의 거리를 정규화하였다.

$$AV(i) = \frac{T(i)}{M}, M = (\sum_{k=i-\delta}^{i+\delta} T(k)) / (2 \times \delta + 1) \quad (4)$$

$\delta$  : 평균을 계산하는데 사용되는 프레임 수의 1/2.

(T(i)는 현재 비교의 대상이 되는 특징값으로서

$D_i, P_i, B_b$  값 중 하나를 사용한다).

### 3.3 점진적 장면 전환점 검출

급격한 장면 전환점이 검출되지 않으면 점진적 장면 전환점을 검출한다. Twin-comparison 원리를 이용해서 점진적 장면을 검출하며 본 논문에서는 작은 임계값  $Th_{low}$ 와 큰  $Th_{high}$ 를 사용한다 [5]. 점진적 장면 변화의 시작점과 종료점을 찾고 시작점과 종료점 사이의 프레임 개수를 임계값과 비교하여 점진적 장면 전환점을 검출한다. 시작점은 현재 프레임에서의 거리가  $Th_{low}$ 보다 작고, 다음 프레임에서의 거리가  $Th_{high}$ 보다 큰 장면이고, 종료점은 현재 프레임에서의 거리가  $Th_{high}$ 보다 크고 다음 프레임에서의 거리가  $Th_{low}$ 보다 작은 장면이다. 시작점과 종료점 사이의 프레임 개수가 10개 미만인 경우와 60개 이상일 경우 카메라의 움직임에 의해서 나타난 변화라고 판단하여 무시한다.

점진적 장면 전환점을 검출하는 과정에서 카메라의 패닝이나 조명의 변화 등에 의해서 장면 전환점을 잘못 검출할 수 있다. 점진적 장면 검출의 오판을 막기 위해서 점진적 장면 전환점의 시작점 바로 이전의 프레임과 종료점 바로 후의 프레임에 대해서 거리를 측정한다. 거리는 이미지에서 얻어진 컬러 히스토그램의 차를  $\chi^2$  테스트를 계산하였고, 임계값보다 크면 점진적 장면 변화가 검출된 것으로 간주한다. 컬러 히스토그램은 HSV 공간 상에서 V(밝기)를 제외한 H(색상)와 S(채도)에 대해 양자화된 히스토그램을 구하였고 V 성분은 조명의 변화에 민감하다고 판단하여 거리 측정에서 제외하였다.

## IV. 실험 결과 및 분석

장면 전환점 검출의 성능에 대한 실험은 본 논문에서 제안된 검출 방법의 정확도를 확인하기 위해서 제안된 방법을 DC 이미지의 정보와 움직임 벡터의

정보만을 이용한 기존의 압축 영역에서의 방법과 비교하였다. 임의의 상황에서 성능을 평가하기 위해서 서로 다른 형태의 동영상을 선택하였다.

표 1은 압축 영역의 방법과 제안된 방법의 성능을 비교한 결과를 표시한 것이다. 찾지 못한 전환점 수와 잘못 찾은 전환점 수 외에 장면 전환 검출 기술의 성능을 측정하는 검출률(Recall)과 정확도(Precision)를 사용하였고 정의는 다음과 같다.

$$R = \frac{N-M}{N}, P = \frac{N-M}{N-M+F} \quad (5)$$

표 1. 성능 비교 결과.

종류	압축 영역		비압축 영역		제안된 방법		합계		
	찾지 못한 수	잘못 판정한 수	검출률 (%)	정확도 (%)	찾지 못한 수	잘못 판정한 수	검출률 (%)	정확도 (%)	
1.광고	14	3	7	79	61	2	4	85	75
2.축구	9	2	12	77	36	4	1	55	83
3.영화	22	3	13	86	59	5	0	77	100
4.뮤직	9	0	4	100	69	0	1	100	90

M: 장면 전환점 찾지 못한 경우의 수

F: 장면 전환점이라고 잘못 판단한 경우의 수

결과를 통해 제안된 검출 방법을 이용했을 경우, 압축 영역의 방법을 이용했을 때 보다 정확도가 높아졌음을 확인할 수 있다. 비압축 영역에서의 검증이 정확도를 높인 것으로 판단된다. 압축 영역의 방법의 경우 검출률은 높았지만, 정확도는 낮게 나왔다. 이것은 장면 전환점의 기준이 되는 임계값이 상대적으로 작아서 전환점이 아닌 장면도 검출되어 정확도가 낮아진 것이다.

또한 실험 과정에서 압축 영역의 방법에서 점진적 장면이라고 오판한 것을 제안한 방법에서는 정확히 판정하는 것을 확인할 수 있었다.

위의 실험 결과를 통해서 압축 영역과 비압축 영역을 함께 사용하는 방법이 성능을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

### V. 결론.

본 논문에서는 압축 영역의 정보를 이용하여 장면 전환점의 후보지를 빠르게 검출하고 비압축 영역의

정보를 이용하여 후보지에서 정확한 장면 전환점을 검출하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 연산량이 적은 동시에 높은 정확도가 필요한 동영상 색인 및 영상 검색 시스템에 사용될 수 있을 것으로 보인다.

추후 과제로 카메라의 움직임이 나타나는 영역에 대해서는 정확도가 상대적으로 떨어지므로 이 경우에 대비하여 카메라 움직임이 일어난 영역을 찾고 카메라 움직임의 영향에 대한 연구를 통해 정확도를 향상시키는 것이 필요하다.

### 참고 문헌

- [1] N.V. Patel and I.K. Sethi, "Compressed video processing for cut detection," *Vision, Image and Signal Processing, IEE Proceedings-*, Vol. 143, pp. 315 -323, 1996. Oct
- [2] S.W. Smoliar and Hong Jiang Zhang, "Content based video indexing and retrieval," *IEEE Multimedia*, Vol. 1, pp. 62 -72, 1994, Summer
- [3] Ali. M. Dawood and Mohammed Ghanbari, "Clear scene cut detection directly from MPEG bit Streams," *Image Processing and its Applications, Conference Publication No. 465* © IEE 1999, pp. 285~288
- [4] Akio Nagasaka and Yuzuru Tanaka, "Automatic Video Indexing and Full-Video Search for Object Appearances," *Visual Database Systems II*, Elsevier Science Publishers B.V. 1992
- [5] Di Zhong, "Segmentation, Index and Summarization of Digital Video Content" Columbia University, 2001