

통계적 기법을 이용한 장면 전환 검출 Scene Change Detection by Statistical Method

박진형, 장동식, *송광섭, 유현우
고려대학교 산업공학과 비전연구실
*코스모 정보통신

Abstract

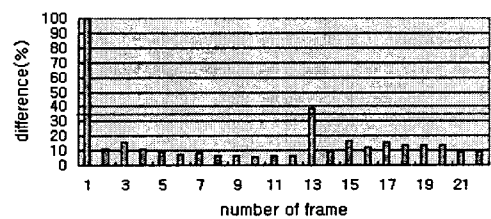
본 연구에서는 다양한 동영상내에서 장면전환 검출(Scene Change Detection(SCD))을 하기 위한 임계값 설정시, 전체 동영상을 임의적으로 120개의 프레임 단위로 구분짓고 120개의 frame을 한 블록으로 하여 각 블록내의 프레임들로부터 얻어진 밝기 히스토그램 사이의 차이값을 데이터로 하여 통계적 기법으로 접근, 차이값의 평균과 표준편차를 이용한 각 블록내의 신뢰구간을 구함으로써 신뢰구간을 벗어나는 프레임은 SCD가 발생한 것으로 생각하였다. 또한 점진적 장면 전환검출시에는 점진적 장면 전환의 특징인 차이값의 분포를 이용하여 장면 전환 검출을 시도하였다. 따라서 SCD를 하기 위하여 사용되어지던 임계값 설정이 동영상에 따라 자동적으로 변화함으로써 임계값 설정의 어려움을 극복하여, 좀더 효율적인 SCD를 이루었으며, 정확도 면에서 급진적/점진적 장면 전환 검출율이 90% 이상의 결과를 보였다.

1. 서론

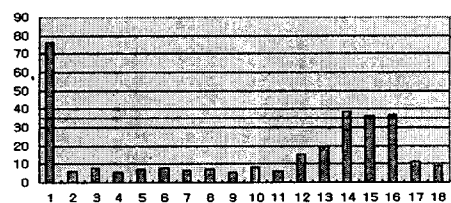
최근 비디오 데이터의 효율적인 저장, 관리를 위해서 장면 전환 검출을 통한 비디오 분할 기술에 대한 연구가 활발히 진행되어지고 있다. 이러한 장면 전환 검출 알고리즘은 압축되어진 프레임을 복호화하여 완전한 프레임을 재생한 후에 프레임내의 명암 정보나, 에지 정보등을 이용하여 장면 전환을 검출하였으나 최근에는 복호화 과정을 삭제하여 동영상내에 존재하는 DCT를 이용하여 장면 전환 검출을 시도하므로써 많은 시간의 절약을 가져오고 있다.[1,2] 하지만 그 정확도면에서는 복호화 과정을 거쳐 실제 프레임 사이의 명암차나 에지 정보를 이용하는 방법보다는 떨어지는 실정이다. 이러한 방법을 이용할 때에는 프레임 사이의 명암값이나 에지 정보를 이용하여 각각의 특징치에 대한 히스토그램을 작성한 후 연속되는 두 프레임 사이의 히스토그램의 차이값을 이용하여 어떤 임계값을 초과하거나 미달할 때의 지점에서 장면전환 검출이 이루어지고 있어서 임계값 설정이 중요한 요소로 자리 잡고 있다.

기존 연구 방법들에서 사용되어진 임계값은 전체 동영상내의 모든 프레임에 대해 하나의 임계값을 설정하여 장면전환 검출을 한다거나[3,4] 또는 하나의 프레임을 몇 개의 영역으로 구분하여 프레임 사이의 차이를 이용하는 방법들 [5] 사용하였다. 그러나 이러한 방법들에서 사용되어지는 임계값 설정시 모든 동영상내의 장면전환을 검출 할 수 있는

일정한 임계값의 설정은 불가능하다(그림 1).



(a) 임계값 0.35(실제 장면전환 2프레임)



(b) 임계값 0.35
(실제 장면전환 1프레임이지만 4프레임 검출)

그림 1. 다른 비디오 데이터에서 동일한 임계값 사용시의 잘못된 장면 전환 검출의 예

따라서 본 연구에서는 임계값 설정의 어려움을 극복하기 위하여 다음과 같은 방법을 사용하였다. 즉, 동영상을 몇 개의 프레임 단위로 구분짓고 120개의 프레임을 한 블록으로 하여 각 블록내의 프레임들로부터 얻어진 명암 히스토그램 사이의 유사도를 데이터로 하여 통계적 기법에서 접근, 유사도의 평균과 표준편차를 이용한 각 블록내의 신뢰구간을 구함으로써 신뢰구간을 벗어나는 프레임을 추출하여 장면 전환 검출을 이루도록 하였다. 또한 점진

적 장면 전환 검출시에는 점진적 장면 전환의 특징인 차이값의 분포를 이용하여 장면 전환 검출을 시도하였다.

2. 프레임 분할과 통계치 추출

2.1 블록의 구성과 히스토그램

전체 동영상내의 모든 프레임에 대하여 임의적으로 프레임을 하나의 묶음으로 나누어 블록을 구성한다. 본 연구에서는 120 프레임을 한 단위로 하여 블록을 나누었다. 따라서 각각의 블록에 대하여서는 블록마다의 임계값을 가지게 되는 것이다.

본 연구에서는 임계값인 신뢰구간을 구성하기 위한 특징치로서 명암값을 사용하였다. 각 블록내의 프레임에 대하여 복호화 과정을 거친 후 프레임내의 명암값을 이용, 명암 히스토그램을 작성한다.

2.2 통계치 추출과 신뢰구간

프레임내의 히스토그램이 작성되었으면 한 블록내의 프레임들 사이의 히스토그램을 이용하여 연속되는 두 프레임 사이의 명암값의 차이를 식(1)와 같이 계산한다. 이 때 프레임 사이의 간격을 본 연구에서는 2 프레임으로 하여 수행하였다(그림 2).

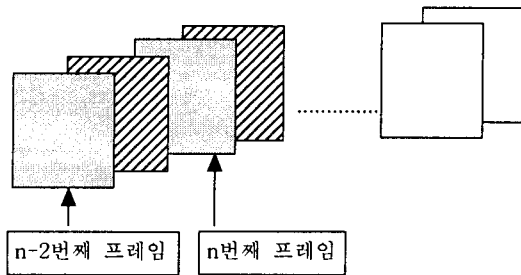


그림 2. 프레임 비교

$$Diff_i = \sum_{x=0}^{256} |Histo_n(x) - Histo_{n-2}(x)| \quad (1)$$

여기서 Diff_i : i번째 두 프레임사이의 명암값의 차
Histo_n(x) : n번째 프레임의 히스토그램 내에서 명암값 x를 가지는 픽셀의 갯수

식(1)를 이용하여 한 블록내의 120개의 프레임에 대하여 명암값의 차이(Diff)를 얻은 후 60개의 차이값을 이용하여 한 블록내의 명암 차이값의 평균과 표준편차를 식 (2)과 (3)를 통해 구한다.

$$Average_i = \frac{\sum_{x=0}^{60} Diff_x}{n} \quad (2)$$

$$Variance_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{x=1}^{60} (Average_i - Diff_x)^2} \quad (3)$$

여기서 Average_i, Variance_i : i번째 블록의 평균과 표준편차이고 n=60 이다.

이렇게 블록내의 명암 차이값의 평균과 표준편차를 구하고 나면 블록내의 프레임들 사이의 명암값 분포에 대한 신뢰구간을 식 (4)와 (5)으로 계

산한다.

$$L = \mu + t_{1-\alpha/2;n-1} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

$$U = \mu - t_{1-\alpha/2;n-1} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

여기서 L, U : 신뢰상한값과 신뢰하한값
μ, S : 블록내의 명암 차이값의 평균과 표준편차
t : 100(1-α)%의 t분포

3. 장면전환 검출

각 블록에 대한 신뢰구간이 계산되어졌으면 이 값을 임계값으로 하여 장면전환 검출을 한다. 본 연구에서는 급진적 장면과 점진적 장면에 대한 검출을 시도하였다.

3.1 급진적 장면 전환 검출

급진적 장면 전환이란 일정한 프레임이 연속적으로 지속되어지다가 완전히 다른 프레임으로 전환하는 것으로 그 검출을 위하여 다음과 같은 방법을 사용하였다.(그림 3) 즉, 앞서 구한 신뢰구간의 상한값(L)을 벗어나는 명암 차이값(Diff)을 가지는 프레임(Fn)에 대하여 이전에 급진적 장면 전환으로 검출되어진 프레임과 비교 후 일정 유사도(T)보다 작으면 그 프레임을 급진적 장면 전환(Cut)으로 판단하여 검출하였다.

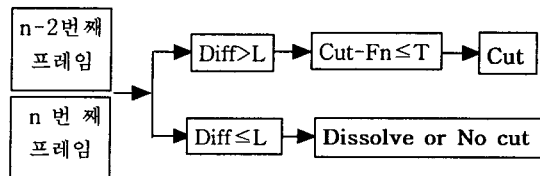


그림 3. 급진적 장면 전환 검출

3.2 점진적 장면 전환 검출

점진적 장면전환 검출은 신뢰 상한값보다 작은 명암 차이값을 가지는 프레임에 대해서 그 전환시의 특징적인 분포를 이용하여 검출을 시도하였다.

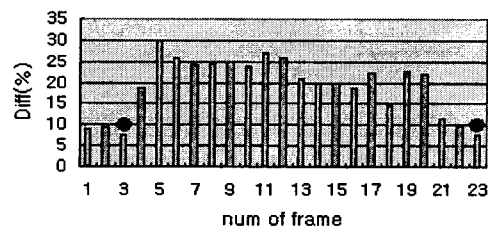


그림 4. 점진적 장면 전환의 검출(3-23 프레임)

점진적 장면 전환시에는 프레임 사이의 명암값이 유사한 분포를 보이면서 서서히 변화하기 때문에 두 프레임 사이의 명암 차이값은 신뢰상한을 초과하지 않으나 점진적 전환이 시작되는 부분에서 명암 차이값은 증가함을 보이다가 서서히 다시 일정한 차이값으로 돌아온다.[6] (그림 4) 따라서 그러한 부분을 검출함으로써 점진적 장면 전환을 검

출할 수 있었다.

4. 실험 및 결과

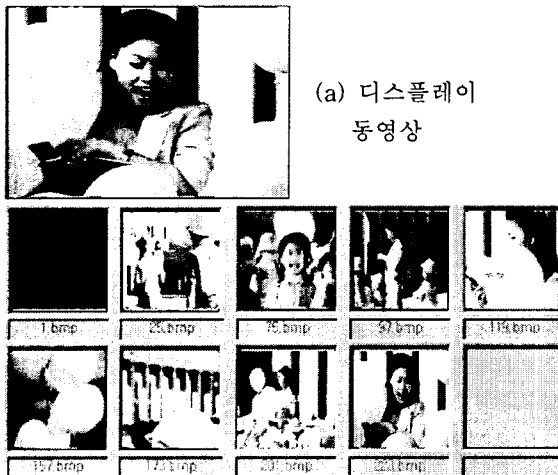
본 연구에서 제안한 통계적 기법을 이용한 장면 전환 검출 방법의 성능을 평가하기 위해 Win98 환경에서 Pentium 233MHz PC를 사용하여 실험하였다. 실험에 사용된 데이터는 다음과 같다.

	프레임	급진적(cut)	점진적(dissolve)
say.mpeg	456	13	1
sky.mpeg	440	9	3
han.mpeg	890	16	
016.mpeg	593	22	
Hi.mpeg	554	4	7

<표 1. 실험 비디오데이터>

4.1 실험 결과

본 실험에 사용된 데이터는 장면 전환이 많은 광고 데이터를 사용하여 실험을 하였다. 장면 전환 검출 모습과 실험 결과는 다음과 같다.



(b) 장면 전환 검출

그림 5. 장면전환 검출 실행 화면

	급진적(Cut)		점진적(Dissolve)	
	recall	precision	recall	precision
say	92.31	92.31	100	100
sky	100	90	100	100
han	100	88.24		
016	95.2	90.9		
Hi	100	100	100	71.43

<표 2. 실험 결과>

알고리즘의 성능을 측정하기 위하여 회수율(Recall)과 정확도(Precision)을 식 (6),(7)과 같이 계산하였다.

$$Recall = \frac{Correct}{Correct + Miss} \quad (6)$$

$$Precision = \frac{Correct}{Correct + False} \quad (7)$$

여기서 Correct : 정확히 검출된 장면
Miss : 장면이 전환되었으나 검출되지 못한 장면
False : 장면 전환이 아니지만 검출된 장면

실험 결과는 <표 2>와 같이 나타났으며 검출율을 보였으며 전체적으로는 급진적 장면 전환의 경우 회수율 97.5%와 정확도 92.3%를 보였고 점진적 장면 전환의 경우 회수율 100%와 정확도 90.5%의 검출율을 보였다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 장면 전환 검출시에 사용되어지는 임계값 설정을 비디오 데이터에 따라 통계적 기법인 신뢰구간을 이용하여 유동적으로 조정함으로써 기존 연구에서 초래되었던 잘못된 장면 전환 검출의 오류를 극복할 수 있었다. 또한 점진적 장면 전환 검출시에도 그 특징적인 분포를 이용하여 효율적인 검출을 이루었다.

하지만 각 프레임의 특징치로 사용하였던 명암값은 그 프레임을 완전히 표현할 수 있는 특징치로서는 부적합하기에 특히, 조명의 갑작스러운 변화가 있거나, 뒷배경의 변화가 심한 경우에는 장면 전환 검출에 어려움이 있으므로 특징치로 사용할 수 있는 에지 정보를 이용하는 방법에 대해 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 빠른 검출을 위해서 복호화 과정을 거치지 않고 DCT계수만을 이용하여 장면전환을 검출하는 방법에 대한 연구가 뒤따라야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] B.L. Yeo and B.Liu, "Rapid scene analysis on compressed video", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, pp 533-544, 1995
- [2] J.Meng, Y.Juan, S.F.Chang, "Scene change detection in a MPEG compressed video sequence" *SPIE Symposium on Digital Video Compression*, pp 14-25, 1995
- [3] S.Devadiga, D.A. Kosiba, U.Gargi, S.Oswald, and R.Katuri. "A semiautomatic video datavase" *Storage and Retrieval for Image and Video Datavases III*, pp 262-267, 1995
- [4] H.Zhang, S.W.Smoliar and Jian Hua Wu. "Content-based video browsing tools" *SPIE - The International Society for Optical Engineering*, February 1995
- [5] M.S.Toller, P.H.Lewis and M.S.Nixon. "Video Segmentation using Combined Cues" *SPIE*, pp 414-425, Vol. 3312
- [6] Rainer Lienhart. "Comparison of Automatic Shot Boundary Detection Algorithms" *SPIE*, pp 290-301, Vol. 3656