

압축 도메인 상에서 매크로 블록 타입과 DC 계수를 사용한 급격한 장면 변화 검출 알고리즘

이 흥 렬, 이 응 희, 이 응 호, 정 동 석
인하대학교 전자공학과
전화 : 032-860-7415 / 팩스 : (032) 868-3654
핸드폰 : 011-9713-2498

Abrupt Scene Change Detection Algorithm Using Macroblock Type and DC Coefficient in Compressed Domain

Henug-Lyeol Lee, Woong-Hee Lee, Woong-Ho Lee, Dong-Seok Jeong
Dept. of Electronics Engineering, Inha University
E-mail : hlee@media.inha.ac.kr

Abstract

Video is an important and challenge media and requires sophisticated indexing schemes for efficient retrieval from visual databases. Scene change detection is the first step for automatic indexing of video data. Recently, several scene change detection algorithms in the pixel and compressed domains have been reported in the literature. However, using pixel methods are computationally complex and are not very robust in detecting scene change detection.

In this paper, we propose robust abrupt scene change detection using macroblock type and DC coefficient. Experimental results show that the proposed algorithm is robust for detection of most abrupt scene changes in the compressed domain.

I. 서론

오늘날 디지털 카메라, 캠코더, DVD와 같은 저장매체들은 빠르게 발전하고 있으며 널리 보급되고 있다. 영상 회의, 멀티미디어 저작물 시스템, 교육 또는 VOD 시스템등과 같은 영역에서 디지털 비디오가 응용되고 있다. 방대한 데이터베이스에서 사용자가 원하

정보를 찾고자 할 때 분량이 큰 데이터를 검색하기에는 시간이 오래 걸린다.

이러한 단점을 해결하기 위한 신뢰성 있는 방법은 연속적인 프레임으로 구성된 비디오를 장면이 변화된 프레임만 검출하여 멀티미디어 데이터 베이스 안에 인덱싱하여 저장해 놓는 것이다. 장면 변화 검출은 인덱싱 작업을 효율적으로 하는 데 있어서 필수적인 역할을 한다.

하지만 방대하고 용량이 큰 비디오에 대한 장면 변화 검출을 수작업으로 한다는 것은 비효율적이며 시간 또한 상당히 오래 걸린다. 따라서 자동으로 장면 변화 검출 작업은 필수적이다.

비디오에서 특징을 추출하여 장면 변화 검출을 하는 방법은 크게 두 가지 영역에서 이루어진다. 첫째는 압축 영역 상에서 특징을 추출하여 장면 변화 검출을 하는 방법이며, 두 번째는 픽셀 영역 상에서 특징을 추출하여 장면 변화 검출을 하는 방법이다. 널리 사용되는 전자의 방법으로는 색상 히스토그램[1], 프레임 차 영상과 움직임 벡터 분석[2] 등이 있으며, 후자의 방법으로는 DC계수[3] 그리고 매크로블록 타입의 개수[4] 등을 이용한 방법 등이 있다.

압축 영역에서 간단하게 프로세싱 할 수 있는 방법 중의 하나가 매크로 블록타입 정보를 이용하는 것이다. 이러한 정보를 이용한 방법중 적응형 문턱치화 방법이 있는데 문제점은 모든 GOP상에서 부정확한 검출을 많이 한다는 것이다. 따라서 움직임이 많은 곳에서

는 적절하지 못한 방법이다.

본 논문에서는 보다 빠르고 정확한 장면 검출을 하기 위해 압축 영역 상에서 DC계수와 매크로블록 타입 정보를 이용한 장면 변화 검출 알고리즘을 제안한다. 압축 영역에서 DC계수와 매크로블록 타입등의 특징들을 사용하여 장면 변화 검출시 I, B, P 모든 프레임에서 장면 변화가 일어난 프레임을 검사할 수 있는 장점이 있다. 이러한 검출 방식은 픽셀 도메인에서 행했을 때보다 연산 시간이 적게 걸리고 프로세싱 또한 간결한 장점을 가지고 있다.

II. MPEG 픽처 구성

일반적으로 MPEG 비디오는 3가지 타입의 픽처들로 구성되어 있다.

(1) Intra Pictures(I-pictures) 움직임 보상 예측 없이 코딩된(JPEG 이미지) 인트라 프레임을 말한다. I 픽처는 미래의 예측 픽처들(P, B 픽처들)을 위해 참조 프레임으로 사용된다.

(2) Predictive Pictures(P-pictures) 참조 프레임(현재 P픽처 이전에 코딩된 I픽처나 P픽처)으로부터 움직임 보상을 사용하여 인터 코딩된 프레임을 말한다. 따라서 P픽처는 포워드 예측에 의해 만들어 지며, P픽처는 미래의 예측된 픽처들(P, B픽처들)을 위해 참조 프레임으로 사용된다.

(3) Bidirectional Pictures(B-pictures) 두개의 참조 프레임(현재 B프레임 전 후 P, I픽처들)으로부터 움직임 보상에 의해 인터 코딩된 프레임을 말한다. B 픽처에는 일반적으로 포워드, 백워드, 인트라, 인터플레이드 매크로 블록이 존재한다.

그림 1은 일반적인 비디오 시퀀스의 GOP(group of picture)내에서 예측 방법을 설명하고 있다

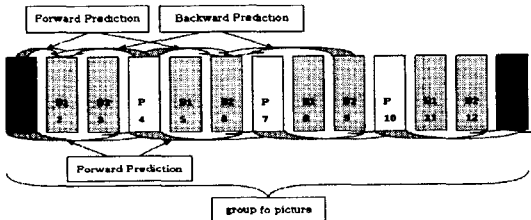


그림 1. 일반적인 MPEG GOP 구성

III. 제안된 알고리즘

이번 장에서는 빠르고 정확하게 급격한 장면 변화

검출을 위해 MPEG 압축도메인 상에서 스키핑 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘은 MPEG 비트 스트림으로부터 DC계수와 매크로블록 타입 정보를 사용한다.

그림 2는 본 논문에서 제안한 알고리즘의 블록도이다.

본 논문에서는 빠른 검색을 위해 GOP 단위로 I프레임과 I프레임을 비교하여 변화가 없는 GOP는 스킵하는 알고리즘을 사용한다. 만약 변화가 있다면 해당 GOP 그룹내에 존재하는 B프레임과 P프레임의 매크로블록 타입수를 검사한다. 만약 B프레임에서 급격한 변화가 검출되면 장면 변화가 일어난 후보 프레임으로 간주한다. 이때 보다 정확성을 높이기 위해 해당 B프레임을 기준으로 전 후 P프레임을 비교하여 변화가 있으면 최종적으로 현재 B 프레임에서 장면변화가 있는 것으로 간주한다.

이 알고리즘에 사용된 Thres1, Thres2, Thres3, Thres4, Thres5, Thres6 값들은 실험상의 데이터를 분석하여 결정한다.

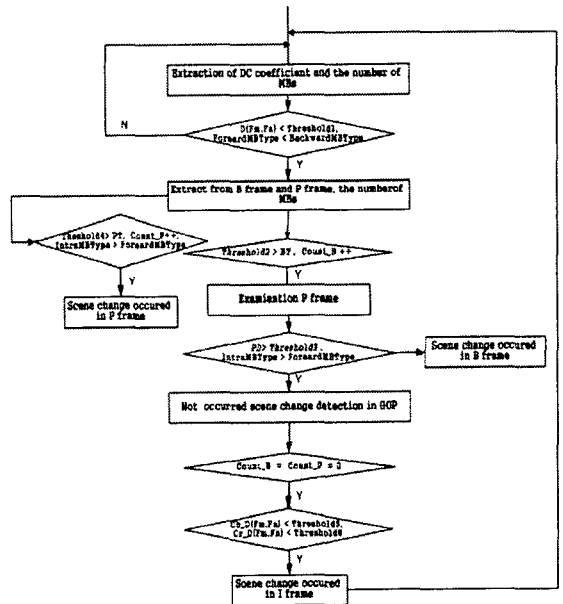


그림 2. 제안한 알고리즘 블록도

GOP 그룹에서 변화가 일어났는지를 검사하기 위해 I 프레임 간 비교를 위해 Y블록의 DC 계수 값을 사용하여 차의 평균값을 정량화 하는 식은 다음과 같다.

$$D(f_m, f_n) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{|c(f_m, i) - c(f_n, i)|}{\max(c(f_m, i), c(f_n, i))} \quad (1)$$

여기서 $c(f_p, i)$ 는 프레임 f_p 의 블록 i 에서 Y 블록 DC 계수를 말하며, K 는 I 프레임에서 블록의 총수를 말한다. 또한 $D(f_m, f_n)$ 가 Thres1 값보다 크다면 현재 I 프레임 f_m 과 마지막 I 프레임 f_n 사이에서 변화가 있다는 것을 말한다. 그림 3은 I프레임간 변화가 거의 없는 GOP 구간을 스키핑 하기위하여 사용된 식 (1)에 대한 값의 분포도 예이다. 여기서 0.1 이하의 값을 가진 GOP 구간은 검사를 하지 않는다.

B프레임에서 장면 변화가 일어났는지를 정량화 하기 위한 식은 다음과 같다.

$$BT = \frac{\text{Number of Interpolated MBs}}{\text{Total number of MBs}} \quad (2)$$

B프레임에서 장면변화가 일어난 경우에는 인터폴레이티드 매크로블록 타입의 개수가 상당히 적게 나타난다. 그림 4는 B프레임에서 BT의 값의 분포도를 나타낸 예이다.. 특정 문턱치화 이하이면 B프레임에서 장면 변화가 일어난 것이다.

P프레임과 P프레임사이에서 장면 변화가 일어났는지를 검사하기 위해 정량화 하는 식 (3)을 이용 $PD_n - PD_{n-1}$ 값을 계산한다.

$$PD = \frac{(\text{Number of intra MBs}) - (\text{Number of forward MBs})}{(\text{Total number of MBs})} \quad (3)$$

PD_n 은 현재 P-프레임이며, PD_{n-1} 는 참조 P-프레임을 나타낸다. 두 P프레임의 관계가 적을수록 음수값을 가지거나 0에 근접한 값을 가지게 된다.

P프레임에서 변화가 일어났는지 검사하기위한 식은 다음과 같다.

$$PT = \frac{\text{Number of forward MBs}}{\text{Total number of MBs}} \quad (4)$$

P프레임에서 장면변화가 일어난 경우에는 인트라 매크로블록 타입의 개수가 상당히 많이 나타난다. 그러므로 식(4)에 의한 값은 적은 값을 나타낸다. 그림 5는 P프레임에서의 PT의 값의 분포도를 보여주고 있다. 여기서 특정 문턱치 값 이하이면 P프레임에서 변화가 일어난 것이다.

I프레임에서 변화가 일어났는지 검사하기 위한 식은 다음과 같다.

$$Cb_D(f_m, f_n) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{|Cb_c(f_m, i) - Cb_c(f_n, i)|}{\max(Cb_c(f_m, i), Cb_c(f_n, i))} \quad (5)$$

$$Cr_D(f_m, f_n) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{|Cr_c(f_m, i) - Cr_c(f_n, i)|}{\max(Cr_c(f_m, i), Cr_c(f_n, i))} \quad (6)$$

여기서 $Cb_c(f_p, i)$, $Cr_c(f_p, i)$ 는 프레임 f_p 의 블록 i 에서 각각 Cb, Cr DC 계수를 말하며, k 는 I 프레임에서 블록의 총 개수를 말한다.

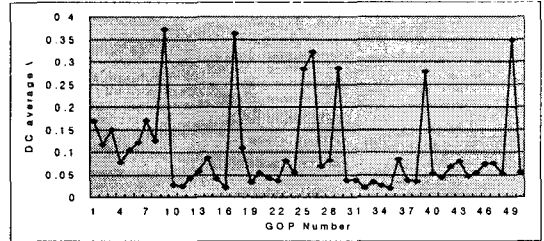


그림 3. I프레임간 $D(f_m, f_n)$ 의 결과 예

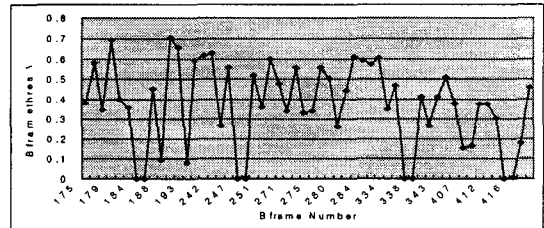


그림 4. B프레임에서의 BT의 결과 예

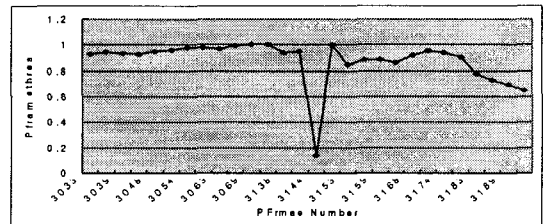


그림 5. P프레임에서의 PT의 결과 예

IV. 실험 결과

본 논문에서는 영화, 드라마, 뮤직비디오, 뉴스의 MPEG1 데이터를 사용하여 실험을 하였다.

또한 본 논문은 급격한 장면 변화를 검출 하는 것이므로 점진적인 장면 변화는 고려하지 않았다

실험 영상의 포맷은 320×240 사이즈에 초당 29.971fps로 구성된 2분가량의 데이터로 구성되어 있

다. 또한 GOP 구조는 N(I프레임과 I프레임과의 주기) = 15, M(P프레임과 P또는 I프레임과의 주기) = 3의 값을 갖는다.

본 논문에서 사용한 문턱치화 값은 Thres1 = 0.1, Thres2 = 0.05, Thres3 = 0.3, Thres4 = 0.04, Thres5 = 0.04, Thres6 = 0.03 값을 사용하여 실험을 하였다.

그림 6, 7은 각각 드라마와 영화 영상에서 정확하게 장면 변화 검출된 장면들을 보여 주고 있다.

표 1은 적응형 문턱치화 값을 가지고 장면 변화 검출을 한 결과와 본 논문에서 제안한 알고리즘을 사용하여 장면변화 검출을 한 결과를 비교한 것이다. 정확도를 측정하기 위하여 식(7)과 식(8)을 사용하여 값을 구한다. Precision은 모든 검출된 장면 변화에 대해 확실히 검출된 프레임의 비율을 말하며, Recall은 모든 검출된 장면 변화에 대해 정확히 검출된 프레임의 비율을 말한다.

$$Precision = \frac{N_c}{N_c + N_{FP}} \quad (7)$$

$$Recall = \frac{N_c}{N_c + N_{FN}} \quad (8)$$

N_c 는 장면 변화 검출된 프레임의 개수이고, N_{FN} 는 검출되지 못한 프레임의 개수를 말하며, N_{FP} 는 잘못 검출된 프레임의 개수를 말한다.

표 1. 실험 결과

Method	Adaptive method		Proposed method	
	Recall	Precision	Recall	Precision
영화	0.939	0.913	0.991	0.963
드라마	0.918	0.904	0.967	0.938
뉴스	0.901	0.957	0.929	0.987
뮤직 비디오	0.748	0.651	0.777	0.875

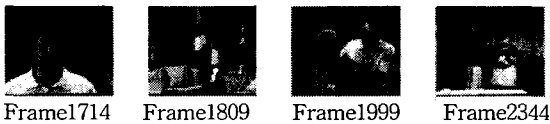


그림 6. 장면 변화 검출 예 (드라마)

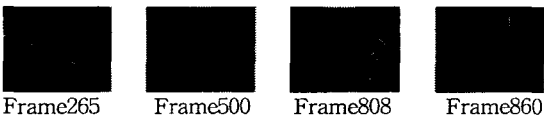


그림 7. 장면 변화 검출 예 (영화)

V. 결론

기존의 장면 변화 검출 알고리즘은 모든 비디오 시퀀스 상에서 검출을 하기 때문에 시간이 오래 걸린다는 단점을 가지고 있다. 하지만 본 논문에서는 압축 영역 상에서 불필요한 GOP 구간은 검사를 하지 않기 때문에 프로세싱 시간을 줄일 수 있다. 또한 실험 결과 적응형 문턱치화 알고리즘은 카메라의 켄, 틸트, 줌 인, 줌 아웃 장면에서는 잘못된 검출을 하는 반면 본 논문에서 제안한 방법으로 검출한 결과, 상당히 확실한 장면 변화 검출을 하는 것을 확인하였다. 표 1을 보면 본 논문에서 제안한 알고리즘으로 행했을 때의 결과 값이 적응형 문턱치화 값을 사용했을 때보다 좋은 결과를 얻는다는 것을 알 수 있다. 하지만 움직임이 큰 프레임에서는 장면이 변화된 부분과 비슷한 결과 값을 가지는 경우가 많으므로 이에 대한 보안 연구가 행해져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Zhang, H.J., "Automatic partitioning of full-motion Video", ACM/Springer Multimedia Systems, Vol.1, No.1, pp. 10-28, 1993
- [2] Fernando, W.A.C., Canagarajah, C.N., Bull, D. R., "Video segmentation and classification for content based storage and retrieval using motion vectors", Storage and Retrieval for Image and Video Databases VII, SPIE, pp. 687-698, 1999.
- [3] Gamaz, N. Huang, X. Panchanathan, S. "Scene change detection in MPEG domain", Image Analysis and Interpretation, 1998 IEEE Southwest Symposium, pp.12 -17 Apr. 1998
- [4] Faernando, W.A.C., Canagarajah, C.N. Bull, D.R. "Scene change detection algorithms for content-based video indexing and retrieval", Electronics and Communication Engineering Journal, Vol.13 Issue 3, pp.117 -126 Jun. 2001
- [5] Tse K, Wei J, Panchanathan S. "A scene change detection algorithm for MPEG compressed video sequence", Electrical and Computer Engineering, Canadian Conference, Vol.2, pp.827 -830, Sep. 1995