

# MPEG 압축 영역에서 축구 비디오의 scene classification

김중민<sup>0</sup> 황선규<sup>0</sup> 김진웅<sup>00</sup> 김희율<sup>0</sup>  
한양대학교 전자통신전파공학과 영상공학연구소  
{ its201@vision.hanyang.ac.kr }

## Scene Classification in MPEG Compressed Soccer Video

Jong-Min Kim<sup>0</sup> Sun-Kyoo Hwang Whoi-Yul Kim

<sup>0</sup> Image Engineering Lab., Department of Electronic Engineering, Hanyang Univ.

<sup>00</sup> Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요약

본 논문에서는 최근 관심이 증가하고 있는 축구 경기 MPEG 비디오에서 장면이 변하는 부분을 검출하고 동일한 의미의 장면들을 분류하는 기술을 제안한다. MPEG 비디오에서 디코딩 과정을 거치지 않고 직접 에지(edge) 정보와 색상 분포 정보를 추출하여 적은 연산량으로 장면 전환 검출의 정확성을 높이고, 검출된 결과를 기반으로 샷(shot)을 특징 지을 수 있는 특정 색상들과 에지 정보를 이용해서 축구 MPEG 비디오내의 장면들을 내용적으로 분류한다. 제안한 방법은 카메라 움직임으로 발생하는 글로벌 모션의 변화와 명함의 변화에 대해서도 효과적으로 장면 전환을 검출하고 의미적으로 유사한 샷들에 대하여 장면 분류를 수행하는 결과를 확인하였다.

### 1. 서론

멀티미디어와 정보통신의 발달로 방대한 정보 속에서 사용자가 원하는 데이터를 검색하는 것은 엄청난 노력을 필요로 하는 일이며 이 문제는 대용량 동영상의 경우 더욱 심각해진다. 따라서 동영상을 구조적으로 구분하고 의미적으로 분류해서 사용자가 검색하기 위한 지표로 이용할 수 있어야 된다. 이를 위해서 기본적으로 비디오 내의 샷(shot)과 샷 사이의 장면 전환되는 부분을 검출하고 의미적으로 유사한 샷들에 대하여 장면 분류를 해야 된다. 이에 대해서 장면 전환 검출[1~6,8]과 장면 분류[7]를 위한 여러 연구가 되고 있다.

장면 전환 검출의 기술은 크게 압축 영역에서 직접 검출하는 방법과 비 압축 영역에서 검출하는 방법으로 나누어진다. 비 압축 영역에서의 검출 방법으로 B. Shahraray [1]는 두 프레임에서 동일 위치의 픽셀 값 변화를 이용하는 방법으로 카메라와 물체의 움직임에 민감한 취약점이 있다. 반면 Histogram comparison [2]은 연속되는 프레임에서 전체 이미지의 통계적인 특징과 픽셀 또는 블록 단위의 특징을 비교하는 방법으로 공간적인 변화를 무시하기 때문에 움직임에 대해 덜 민감하다. 압축 영역에서 직접 장면 전환을 검출하는 방법으로 F. Arman [3]은 DCT 계수를 비교하여 장면 전환을 검출하였으며, B.-L. Yeo [4]은 DCT 계수 중 DC 계수의 히스토그램을 이용하여 장면 전환 검출에 사용했고, H.J.Zhang [5]은 MPEG 내의 P-프레임과 B-프레임 안에 존재하는 inter-coded 블록의 계수를 이용하는 방법을 제시했다.

축구 영상에 대한 기존의 장면 분류방법엔 장면 전환

검출을 기반으로 한 비디오의 장면 분류가 아닌 움직임 벡터와 축구 운동장 내의 특정 영역을 기준으로 장면들을 구분한 방법이 있다 [6].

본 논문은 축구 MPEG 비디오를 비 압축 영역으로 변환하지 않고 Y 영상의 DCT 압축 계수들을 이용하여 에지 성분을 추출하고, Cb, Cr 영상에서 컬러 정보를 추출해서 장면 전환 검출하는 방법을 제시한다. 따라서 비 압축 영역으로 변환시키는 과정이 필요 없으며, 픽셀단위의 연산이 아니라 블록 단위의 연산을 함으로 계산량을 줄일 수 있었다. 또한 색상 정보와 에지 정보에 따라서 가중치를 다르게 적용해서 보다 정확한 검출 효과를 보이게 한다. 장면 전환 검출 결과를 기반으로 씬(scene) 안의 프레임 내에서 에지 정보와 특정 색상을 이용하여 축구 영상을 선수들이 운동장에서 경기하는 장면(ground shot), 특정 선수의 확대 장면(player-close-up shot), 관중석 장면(audience shot), 감독과 코치들의 벤치 장면(bench shot) 등으로 장면을 분류했다.

본 논문의 구성은 2 절에서 edge difference 와 color difference 를 이용한 장면 전환 검출 방법을 밝히며, 3 절에서 color similarity 를 정의하고 장면 전환 검출 내용을 기반으로 장면 분류 방법을 제시한다. 4 절에서는 제안된 방법을 이용한 실험결과를 보이며, 5 절에서 결론을 맺는다.

### 2. 장면 전환 검출

하나의 샷 내의 연속하는 두 프레임에서는 일반적으로 색상의 분포나 에지의 분포 등이 유사한 반면에 장면이 변하는 두 샷의 경계구간에서는 그 분포들이 변하게 된다[7]. 그러므로 이 변화 내용을 조사함으로써 장면 전환을 검출할 수 있다.

본 과정은 한국전자통신연구원 BK21의 지원을 받았다.

2.1 Edge difference

MPEG에서 에지가 존재하는 블록을 에지 블록이라 정의한다. 그림 1와 같이 블록의 DCT 계수 중 AC<sub>01</sub> 계수와 AC<sub>10</sub> 계수는 수평 방향과 수직 방향의 에지 성분을 나타낸다. 이 특성을 이용하면 에지를 포함한 블록을 찾아낼 수 있다 [8]. 그림 2는 영상에서 edge block들을 검출한 결과이다.

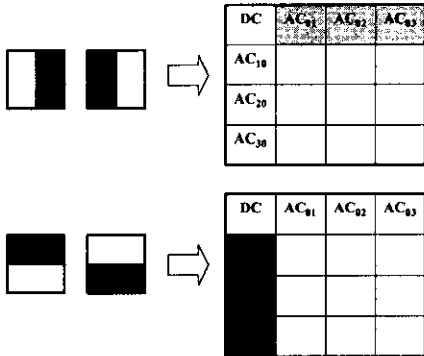


그림 1. 에지와 DCT 계수 중 AC와의 상관 관계

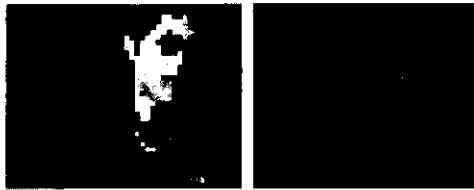


그림 2. 에지 블록의 검출

연속된 두 프레임에서 검출된 에지 블록들을 이용하여 에지의 이동 관계에 대한 entering edge block과 exiting edge block을 정의한다. Entering edge block이란 이전 프레임의 없었던 에지 블록이 현재 프레임에서 그 주변에 새롭게 나타나는 에지 블록을 의미하며, 반대의 개념으로 exiting edge block을 정의한다. 하나의 샷 안에서는 두 블록들의 개수가 적게 나타나지만 장면이 바뀌는 부분에서는 증가하게 된다. 따라서 이 특성을 이용하기 위하여 아래와 같이 임의의 f번째 프레임과 (f+1)번째 프레임 사이의 에지 블록 정보에 대한 차이를 정의한다.

$$D_e(f, f+1) = (B_{in} + B_{out}) / (M \times N) \quad (1)$$

- $B_{in}$  : entering edge block의 개수
- $B_{out}$  : exiting edge block의 개수
- $M \times N$  : 프레임내의 에지 블록의 총 개수

2.2 Color difference

MPEG의 Y,Cb,Cr 색상 공간에서 실제로 색상 정보를 나타내는 Cb, Cr의 공간에서 color difference를 구한다. f 번째 프레임에서 Cb, Cr의 각 매크로 블록의 DC값들을 8-level로 양자화 시킨 2 개의 히스토그램( $Cb_f[i], Cr_f[i]$ )으로 프레임의 색상 정보를 표현한다. 두 히스토그램은 색상 블록의 개수로 각 bin을 나누어 정규화 한다.

f 번째 프레임과 (f+1)번째 프레임 사이의 color

difference는 다음과 같다.

$$D_c(f, f+1) = \sqrt{\sum_{i=0}^7 (Cb_f[i] - Cb_{f+1}[i])^2} + \sqrt{\sum_{i=0}^7 (Cr_f[i] - Cr_{f+1}[i])^2} \quad (2)$$

2.3 장면 전환 검출

장면 전환을 검출하기 위해서 두 개의 연속하는 프레임의 차이( $D_{total}$ )를 다음과 같이 정의한다.

$$D_{total} = \omega_c D_c + \omega_e D_e \quad (3)$$

$\omega_c, \omega_e$  : 가중치 ( $\omega_c + \omega_e = 1$ )  
 $D_c$  : 연속하는 두 프레임의 색상 정보 차이  
 $D_e$  : 연속하는 두 프레임의 에지 성분 차이

3. 장면 분류

축구 영상의 장면 분류를 하기위해 의미적으로 동일한 여러 개 샷들의 구성인 씬 들에 대하여 공간적으로 몇 가지의 경우로 구분하면 크게 Ground shot, Player-close-up shot, Audience shot, Bench shot 으로 나눌 수 있다.

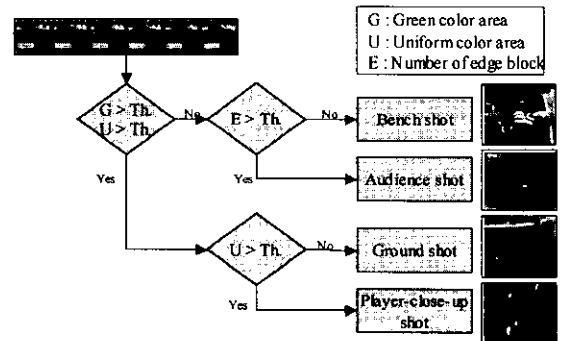


그림 3. 장면 분류

Ground shot과 Player-close-up shot에서는 운동장 고유의 색상(녹색) 또는 운동 선수의 유니폼 색상이 많이 발견되는 반면 Audience shot이나 Bench shot에서는 이 색상 성분이 없거나 매우 작게 발견되는 특성을 이용하면 Ground shot, Player-close-up shot과 Audience shot, Bench shot으로 구분 가능하다는 점을 이용한다. Player-close-up shot은 선수를 확대하는 장면이므로 Ground shot에 비해서 프레임내의 선수 유니폼 색상 정보가 많이 포함되므로 이를 비교함으로써 구분이 가능하며, Audience shot에서는 관중들과 주변 시설 등의 영향으로 많은 에지 성분이 존재한다는 점을 착안하여 Bench shot과 구분 한다. 본 논문에서는 선수 상의 유니폼 색상정보만을 이용하였다.

그림 3과 같이 색상 정보를 나타내는 Cb, Cr 공간에서 프레임 내에 운동장 색상(녹색)과 사용자가 입력한 선수 유니폼 색상이 포함된 정도를 분석, 비교함으로써 Ground shot, Player-close-up shot과 Audience shot, Bench shot을 구분하고, 2.1 절에서 설명한 edge block의 개수를 비교함으로써 Bench shot과 Audience shot을 분류한다.

3.1 Color similarity

Ground shot 과 Player-close-up shot 의 장면을 분류하기 위해서는 특정 프레임 내의 운동장 색상과 선수 유니폼의 색상 영역을 추출하는 것이 중요하다.

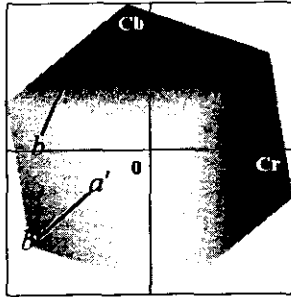


그림 4. Cb, Cr 공간에서 표현되는 색상

그림 4는 MPEG에서 색상 정보를 표현하는 Cb, Cr의 색상 분포를 표시하고 있다. Cb, Cr의 공간 내에서 Euclidean distance가 동일한 두 쌍의 색상(a-b, a'-b')이 존재할 수 있다. 하지만, 6각형의 중심이 되는 white color를 원점으로 했을 때, a'-b'은 채도차이로 인해 유사 색상으로 인식할 수 있는 반면에 a-b는 원점을 중심으로 호 방향의 색상의 변화로 다른 색상으로 보게 된다. 따라서 color similarity는 동일 계통의 유사한 색상들을 정의하기 위하여 Cb, Cr의 2차원 좌표를 원점중심으로 각도와 밝기 정보인 Y를 이용하여 다음과 같이 정의한다.

$$C(r, \theta) = (\theta_r - \theta_f) + (Y_r - Y_f) \quad (4)$$

$\left\{ \begin{array}{l} \theta_r, Y_r : \text{기준 색상} \\ \theta_f, Y_f : f\text{번째 프레임에서의 비교 색상} \end{array} \right.$

4. 실험 결과

실험 영상으로 MPEG-7 test 에 포함된 'samsung.mpg', 'soccer5min.mpg' (352×240), 'spaintv.mpg' (352×288)으로 실험에 이용했다. 본 실험 영상들의 길이가 매우 길기 때문에 약 3분짜리 MPEG-1 file로 편집했다.

컬러 히스토그램과 블록 에지 변화 정보를 이용하여 장면 전환 검출을 하기 위하여 식(3)에 대한 가중치를  $\omega_c: 0.6, \omega_e: 0.4$ 로 설정하였으며 장면 전환 검출에 대한 경계치를 0.2로 하여 실험했다.

파일(*.mpg)	soccer5min	samsung	spaintv
파일 형식	352×240, 총32 cut, 총6046 frames	352×240, 총 33 cut, 총5555 frames	352×288, 총 42 cut, 총4375 frames
Success	24 cut	27 cut	36 cut
Fail	8 cut	6 cut	6 cut
Accuracy	75%	81.8%	85.7%

표 1. 장면 전환 결과

장면 전환의 결과는 표 1과 같다. 이 때 나타난 error는 dissolve, wipe 등 점진적인 장면 전환에서 오류가 발생하고 있다. 그 외의 경우 영상내의 밝기 변화와 카메라 움직임등에 대해서도 무관하게 장면 전환을 검출했다.

장면 전환 검출결과를 이용한 장면 분류실험 할 때, 운동장 색상은 거의 일정한 색상(녹색)을 갖기 때문에 Y: 161.7, Cb:78.2, Cr:117.3으로 고정했고 운동선수 유니폼의 경우 임의의 Ground shot에서 선택하여 결정한다. 각 실험 영상에 대해서 표 2에서 볼 수 있듯이 높은 검출 결과를 보였다.

파일(*.mpg)	soccer5min	samsung	spaintv
file 형식	총32 cut	총 33 cut	총 42 cut
Success	29 cut	32 cut	40 cut
Fail	3 cut	1 cut	2 cut
Accuracy	90.6%	96.9%	95.2%

표 2. 장면 분류 결과

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 축구 MPEG 비디오를 비 압축 영역으로 변환하지 않고 블록 단위의 에지 정보와 색상 분포 정보를 추출 함으로써 장면 전환 검출을 했으며, 그 검출 결과를 기반으로 운동장 색상 및 선수 유니폼 색상 정보와 에지 정보를 이용하여 내용상으로 어떠한 부류에 속하는 장면인지를 판별하는 장면 분류를 했다. 제한한 방법으로 카메라나 물체의 움직임 때문에 발생하는 글로벌 모션과 명암의 변화에 무관하게 적은 연산량으로 장면 전환 검출의 정확성을 높였으며, 장면 전환 검출 결과를 기반으로 각 샷들에 대해 정확한 분류를 할 수 있었다.

향후 연구 방향으로 장면 전환 검출에서 급진적인 장면 전환이 아닌 점진적으로 장면이 바뀌는 부분에서의 검출(dissolve, wipe 등)에 오류가 있는 단점이 있기 때문에, 앞으로 edge difference와 color difference의 정보를 이용한 점진적인 장면 전환 검출 방법에 대한 연구가 계속 되어야 한다.

6. 참고 문헌

- [1] B. Shahraray, "Scene change detection and content-based sampling of video sequences," *SPIE Proceeding Digital Video Compression: Algorithm and Technologies*, San Jose, February, 1995.
- [2] A. Nagasaka and Y. Tanaka, "Automatic video indexing and full-search for video appearances," *E. Knuth and I.M. Wegener, Visual database Systems*, Elsevier Science Publishers, Vol.II, pp.113-127, 1992.
- [3] F. Arman, A. Hsu and M.Y. Chiu, "Feature management for large video data based," *Proc. SPIE Conf. Storage and Retrieval for Image and Video Databases I, SPIE, 1908*, pp. 2-12, Feb. 1993.
- [4] B. -L. Yeo and B. Liu, "A unified approach to temporal segmentation of motion JPEG and MPEG compressed video," *Proc. IEEE Int. Conf. Multimedia Computing and Networking*, pp. 81-88., May, 1995.
- [5] H. J. Zhang, C. Y. Low, Gong and S.W.Smoliar, "Video Parsing Using Compressed Data," *Proc. SPIE'94 Image and Video Processing II, USA*, pp. 142-149, Feb. 1994.
- [6] Yihong Gong, Lim Teck Sin, Chua Hock Chuan, Hongjiang Zhang, Masao Sakauchi, "Automatic parsing of TV soccer programs," *ICMCS*, pp. 167-174, 1995..
- [7] C.H. Chen, L.F. Pau & P.S.P. Wang, *HANDBOOK OF PATTERN RECOGNITION & COMPUTER VISION, 2nd Edition*, World Scientific, 1999.
- [8] Seong-Whan Lee, Young-Min Kim, Sung Woo Choi, "Fast scene change detection using direct feature extraction from MPEG compressed videos," *Multimedia, IEEE Transactions on, Volume: 2 Issue: 4*, pp. 240-254, Dec. 2000.