

축구경기 동영상에서의 효율적인 골영역 검출 방법

우 성 형, 전 승 철, 박 성 한
한양대학교 공학대학 컴퓨터공학과

An Efficient Goal Area Detection Method in Soccer Game Video

Sung-Hyung Woo, Seong Chul Jun, Sung Han Park
Dept. of Computer Science & Engineering, Hanyang University
(shwoo, scjun, shpark}@cse.hanyang.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose an efficient method to extract a goal area which may be closely related to the scoring highlight. In our method, the boundary between the ground and the non-ground area is used. An efficient methods for a rapid detection of both the boundary and then the goal area are proposed. Our simulation results show that our method is very reliable and takes less processing time compared with previous methods. This performance improvements may be caused by the use of a general simple feature.

I. 서론

과거 아날로그 시대와 다르게 모든 정보가 디지털화 되고, 이와 동반하여 통신의 발달로 다양한 멀티미디어 정보가 확산되면서 멀티미디어 시대가 도래하였다. 이와 같이 최근에는 멀티미디어 정보가 방대하게 쏟아져 나오고 있다. 특히 동영상 멀티미디어 정보의 양은 매우 크기 때문에 이러한 동영상 정보를 기록하기 위한 데이터 베이스에서 비디오 데이터 안에 존재하는 의미를 기준으로 색인을 하는 것이 매우 어려운 한계를 가지고 있다. 또한 동영상상의 임의의 위치의 정보를 보기 위해서는 많은 시간을 소비해야 한다.

따라서 서비스를 제공하는 제공자 측에서는 정보 사용자측에게 비디오 정보들을 보다 빠르고 정확하게 의미를 전달하기 위해 정보의 효율적인 관리와 재사용 그리고 브라우징 기술이 필요로 한다.

특히 스포츠 경기는 경기의 특성상 시공간이 정해져 있고, 등장 인물이 많지 않으며, 특점 포인트를 얻어야 되는 규칙화된 특성을 가지고 있기 때문에 사용자에게 제공해 주어야 할 요약정보가 특점이라는 것과 아주 밀접하게 관련이 되어 있다. 본 논문에서는 특점 하이라이트 검색을 위하여 축구경기 동영상에서의 골영역 검출에 관련된 방법을 제안한다.

축구 동영상에서의 특점장면을 검출하기 위한 이전 연구 방법은 선수의 움직임 추적, 공의 움직임 추적 등 Motion Vector를 사용하는 방법[1-3], 골대(Goal Post)검출 등의 방법[4], Open Caption[5] 등을 사용했다. 하지만 어떤 개체의 움직임을 추적하기 위해서는 동영상에서 많은 feature들을 얻어야 하기 때문에 계산의 복잡도가 높고 시간이 많이 소요된다. 또한 Open Caption[5]을 사용하는 경우에는 경기를 중계해주는 방송국마다의 특징적인 도안을 사용하거나 화면에 나타나는 광고판 등의 영향을 무시할 수 없기 때문에 다소 문제점을 가지고 있다. 또한 히스토그램을 이용하는 방법[4]은 히스토그램에서 나타나는 값들 중에 어떤 것이 골대인지를 인지하기가 힘들고 가까운 거리가 아

년 먼거리에서 촬영된 영상 내에서는 골대가 가지는 특징값이 잘 나타나지 않는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 축구경기 영상에서 보편적으로 발견할 수 있는 특징인 아웃라인, 사이드라인과 같은 경기장 내의 영역과 경기장 외의 영역을 구분 짓는 경계선이 항상 수평과 수직의 모양을 갖지 않는 특징을 이용하여 골영역을 검출한다. 제안하는 방법은 검출에 사용되는 feature가 매우 간단하므로 빠른 시간에 골영역을 검출하는 장점을 가지고 있다.

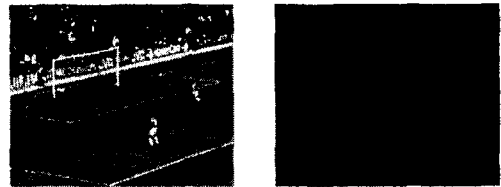
II. 제안하는 방법

축구 경기의 특징 장면이 가지고 있는 특징을 두 가지로 나누어 본다. 첫번째는 항상 페널티 영역과 골대와 밀접한 관계를 가지고 있다. 축구 경기에서 득점을 하기 위해서는 축구공이라는 물체를 약 2m의 높이와 약 7m의 폭을 가지는 골대에 축구공을 통과시켜야 하며, 골대에서 경기장 밖으로는 아웃라인을 가지며 안쪽으로 골대와 일정한 거리를 가지는 페널티 영역이라는 것이 있다. 이 영역 내에서 득점이 이루어질 수 있는 확률이 가장 높으며 본 논문에서는 골대와 페널티 영역을 포함한 영역을 골영역이라고 한다. 두번째로 경기장은 직사각형에 대칭형 구조를 가지고 있다. 축구 경기의 중계영상 즉, 방송국 카메라로 촬영된 영상은 축구 경기장의 구조가 비록 직사각형에 대칭구조를 가지고 있어도 카메라는 정지된 위치에서 상하좌우로 경기를 촬영하기 때문에 축구경기장의 부분적인 모양은 영상 내에서 항상 수평과 수직의 아웃라인 및 사이드라인을 가지는 형태로 나타나지는 않는다. 따라서 본 논문에서는 이 기울어짐의 특징을 사용한다. 특히 그라운드와 비그라운드의 경계부분에 나타나는 경계선의 기울어짐의 정도가 얼마인지를 추출하여 골영역인지 아닌지를 결정하게 된다.

본 논문에서는 그림 1과 같이 그라운드 영역과 비그라운드 영역 사이에 나타나는 경계선을 사용한다. 본 논문에서 찾고자하는 골영역은 그림 1(a)과 같은 장면으로 골대와 페널티 영역이 나오는 장면만을 찾는다. 그 이유는 이와 같은 장면이외에도 여러 종류의 골장면이 있지만, 이와 같은 골장면이 화면상에 나타나는 경계선의 특징을 가장 뚜렷하게 나타내준다. 화면상에 나타나는 경계선을 구하기 위한 방법은 다음과 같다.

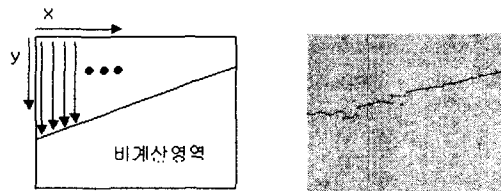
먼저 화면상에 나타나는 그라운드 영역과 비그라운드 영역 사이의 경계선을 추출한다. 경계선을 추출하기 위해서 컬러영역만을 얻고자 할 때 가장 적합한 HSV 컬러모델을 사용한다. 이는 경계선이 가지는 그

라운드 영역의 컬러인 녹색영역을 구별하기 위해 본 논문에서는 h값은 130~140°, s값은 0.3~0.8, v값은 0.5이상의 조건에 해당하는 화소값은 그라운드 영역에서 나타나는 컬러값으로 간주한다. 다음으로 그림 2(a)에서 나타나는 scan방향을 따라 그라운드와 비그라운드 영역의 경계를 구별한다. 경계선을 찾을 때 주의할 점은 에러이다. 이것은 그라운드 영역과 유사한 컬러값을 가지고 있으며 비그라운드 영역에 나타나는 것으로 하나의 점의 형태로 나타날 수도 있지만 조그만 영역의 형태로도 나타날 수 있기 때문에 경계선 검출시에 큰 영향을 미칠 수 있다. 이러한 에러를 배제하기 위한 방법으로 그림 3과 같이 경계선을 찾기 위한 scan방향을 따라 유사한 컬러값의 화소가 몇 개 정도 연속적으로 나타나다가 나타나지 않는 경우에는 이를 에러라고 간주하고 배제한다.



(a) 골영역의 실제영상 (b) HSV모델에 얻어진 영상

그림 1. 골영역



(a) 경계선 검출을 위한 SCAN 방향 (b) 그림1(a)의 찾아진 경계선의 형태

그림 2. 경계선 추출

100분 가량되는 축구경기 동영상에서 득점장면을 찾을 경우 정확도 못지않게 소모되는 시간이 적을수록 좋기 때문에 연산량이 적을수록 좋다. 본 논문에서 제안한 경계선의 추출시 장점은 화면에 나타나는 모든 화소들을 검색하지 않아도 경계선을 얻을 수 있다. 즉 화면에 나타나는 화소들의 일부만을 검색하여도 되므로 연산량을 줄일 수 있고, 이에 따라 계산 시간도

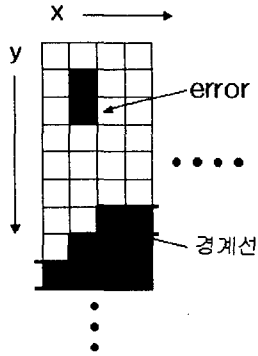


그림 3. 경계선 예리

감소 시킬 수 있다. 그림 3에 보이는 것 같이 경계선을 찾기 위해 x축 좌에서 우로 y축 상에서 하방향으로 움직이며 경계선상의 화소들을 찾는다. 경계선의 화소를 찾았을 경우엔 찾아진 화소값 아래영역은 연산을 할 필요가 없기 때문에 상당한 연산량 및 시간을 감소시킬 수 있다.

마지막으로 경계선의 시작점과 끝점을 찾는다. 여기서 시작점은 경계선의 좌측에 시작되는 화소값의 위치를 말하고 끝점은 경계선의 우측에 시작되는 화소값의 위치를 말한다. 이는 본 논문에서는 경계선의 기울어짐의 정도에 따라 골영역인지 아닌지를 결정하기 때문에 검출된 경계선의 시작점과 끝점을 정확하게 찾는 것이 매우 중요한 과정이다. 시작점과 끝점을 찾을 때 배제하는 경우가 있다. 이것은 그림 4에서 보는데와 같이 ①번의 경우같이 경계선상에 화소값이 없는 경우 ②번의 경우같이 화소값이 주위의 값과의 y좌표값의 차가 너무 큰 경우는 에러일 확률이 높다. 따라서 ①, ②번의 경우는 제외하고 경계선상을 따라 이웃한 n개의 화소값들의 y값 차의 절대값이 3보다 작을 경우 n개의 화소값 중에 제일 좌측에 있는 값을 시작점으로 결정한다. 즉, 화소값의 y좌표값 n개가 $y(1), y(2), \dots, y(n-1), y(n)$ 이라면 $|y(1)-y(2)| < 3, |y(2)-y(3)| < 3, \dots, |y(8)-y(n-1)| < 3, |y(n-1)-y(n)| < 3$ 이 성립될 때 $y(1)$ 의 값을 시작점으로 결정한다. 이와 똑같이 끝점은 제일 우측에서부터 시작점을 결정하는 것과 같은 방법으로 값으로 결정한다.

시작점과 끝점을 검출한 후에 골영역을 결정한다. 골영역을 검출하는 방법은 시작점과 끝점의 x좌표값의 차와 y좌표값 차의 비율을 임계값 T_g 하고 실제로 추출된 값이 임계값을 넘으면 골영역으로 결정한다. 비율을 사용하는 이유는 시작점과 끝점이 절대적으로 화면의 양쪽 끝점이 될 수 없기 때문이다. 즉, 시작점과

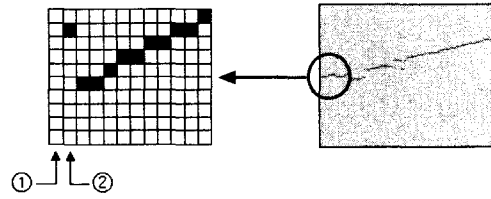


그림 4. 경계선 시작점

끝점을 찾을 때 나타날 수 있는 화면상의 오류로 인해 시작점과 끝점이 화면 양쪽 끝에서 어느 정도 벗어날 수 있으며, 이로 인한 y좌표값의 차의 변화가 골영역의 결정에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 시작점의 좌표가 (x_1, y_1) , 끝점의 좌표가 (x_2, y_2) 일 때 골영역을 결정하는 식은 다음과 같다.

$$\frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} = \frac{Y}{X} \geq T_g \quad \text{--- (1)}$$



(a)인물이 나오는 장면 (b)화면전체에 그라운드나 나오는 장면 (c)화면하단에 경계선이 나오는 장면

그림 5. 골영역 대상에서 제외되는 영상

본 논문에서 제안하는 방법은 100분 가까이되는 축구 동영상에서 골장면을 찾기위한 알고리즘으로 검색 시간을 최소화 시키기는 것을 목적으로 제안하고있기 때문에 방법이 비교적 간단하다. 따라서 false detection 즉, 잘못된 검출이 생길 수 있다. 이 false detection을 감소시키기 위해 본 논문에서는 화면상에서 골영역이 나오지 않는 몇 가지 장면을 배제시킨다. 이 장면의 종류는 그림 5에서 보여지는 것처럼 그림 5(a)는 시작점과 끝점이 나타나지 않는 경우는 화면상에 경계선이 나타나지 않고 인물이 나올 경우이므로 배제한다. 그림 5(b)는 경계선이 화면 상단에 나타나는 경우는 카메라가 촬영한 영상이 그라운드 내에서 일어나는 어떤 장면을 줌인하여 잡은 영상으로 찾고자하는 경계선이 나타나지 않으므로 배제한다. 또한 그림 5(c)

와 같이 경계선이 화면 하단에 나타나는 경우는 그라운드에 서거나 뛰어 다니는 인물을 중심으로 촬영된 영상이므로 풀영역과는 상관이 없는 영상이므로 배제한다. 이 세가지 종류의 장면을 배제하며 풀영역을 결정하였을 때 false detection이 아주 크게 감소며 검색의 효율이 우수하게 나타난다.

IV. 실험 결과

본 논문에서 사용된 실험 영상은 [유로2000] 축구경기 중에 러닝타임이 12분, 24분, 28분인 MPEG1 영상을 사용하며, 모든 프레임이 아닌 I 프레임만을 검색한다. 또 에리 배제를 위한 임계값 T_e 가 6보다 작은 경우 배제하고, 풀영역 결정을 위한 임계값 T_g 는 1/7비율보다 큰값은 풀영역으로 결정한다.

표 1. 실험결과

구분	실제 풀영역 개수	올바른 검출된 개수	false detection	영상 시간	검색 시간
영상 1	12	11	2	12분	2분
영상 2	24	23	2	24분	5분
영상 3	30	28	4	28분	6분

실험에 사용된 각각의 영상들은 모두 다른 경기장에서 열린 경기며, 그라운드의 컬러값들도 차이가 있고, 촬영된 카메라의 위치도 조금씩 다르기 때문에 화면상에 나타나는 경계선의 기울기가 다소 차이가 있는 영상들이다. 하지만 실험결과에서 알 수 있듯이 다소 차이가 있는 영상일지라도 골장면을 얻기 위해서 사용되는 특징인 경계선이 축구경기에서 볼 수 있는 보편적인 특징을 사용하기 때문에 비교적 고른 검색 효율을 볼 수 있다. 실제 풀영역중 검출되지 않는 경우는 카메라가 잠깐 지나가서 실제 골과 관련된 하이라이트가 아닌 경우로 제안하는 방법은 실제 하이라이트가 되는 풀영역을 모두 검출한다.

V. 결 론

본 논문에서는 축구경기 동영상에서 득점장면을 검출하기 위해서 경기 영상에서 일반적으로 볼 수 있는 경기장의 아웃라인 즉, 그라운드와 비그라운드의 경계선의 특징을 사용한다. 경계선을 검출하는 방법에 있

어서 계산량을 줄일 수 있는 방법을 사용하므로 인해 득점장면 검출에 걸리는 시간을 현저하게 감소 시킬 수 있다. 또한 false detection으로 나타날 수 있는 장면들을 배제함으로써 잘못된 검출을 줄일 수 있음을 알 수 있다. 경계선이라는 축구경기에서 볼 수 있는 일반적인 특징을 사용하므로 비교적 안정되고 높은 검출율을 보인다. 향후에는 본 논문에서 제안한 방법이 컬러값에 의존적이기 때문에 이로인해 나타날 수 있는 단점을 극복하는 방법에 대한 연구가 필요할 것이다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] V. Kobla, and D.S. "Doermann, Extraction of features for indexing MPEG-Compressed Video," *Proc. of IEEE First Workshop on Multimedia Signal Processing* pp. 337-342, June, 1997.
- [2] V. Kobla, D. DeMenthon, and D. Doermann, "Identification of sports videos using replay, text, and camera motion features," *Proc. of the SPIE Conference on Storage and Retrieval for Media Databases*, Volume 3972, pp. 332-343, Jan, 2000.
- [3] V. Kobla, D.S. Doermann, K-I. Lin and C. Faloutsos, "Compressed domain video indexing techniques using DCT and motion vector information in MPEG video," *Proc. of SPIE conference on Storage and Retrieval for Image and Video Databases V*, Volume 3022, pp. 200-211, February, 1997.
- [4] 최송하, 이석환, 방송 축구 경기 비디오의 자동 색인 및 분석 기술, *한국정보과학회 가을학술대회 논문집* 제25권 2호 pp. 550-552. 1998년 10월.
- [5] Noboru Babaguchi, "Towards Abstracting Sports Video by Highlights," *Proc. of International Conference on Multimedia and Expo*, July, 2000.