

스포츠 영상 내 자동적인 광고 삽입을 위한 저정보영역 추출

정재영*, 김영갑**

요약

최근 가상광고는 비용의 절감 및 적용의 편의성으로 인하여 TV시장에서 중요한 관심 영역으로 자리 잡고 있다. 방송에 가상광고를 삽입하는 방법으로는 촬영현장에 장비와 기술진을 파견해 방송사의 제작 장비와 연동하여 이미지를 삽입하는 업링크(Uplink)기법과 영상처리 기법을 활용하여 중계 영상에 자동적으로 가상이미지를 삽입하는 다운스트리밍(Down streaming)기법이 있다. 최근에는 자동적인 가상광고 삽입을 위한 영상 처리 기술이 가상광고 영역에서 중요한 연구 분야로 자리 잡고 있다. 따라서 본 논문에서는 스포츠 영상 내에서 자동적으로 가상광고를 삽입하기 위해 영상처리 기법을 활용하여 저정보영역을 추출하는 방법을 제안한다. 제안 방법은 허프(Hough)변환을 이용한 사각형 검출과 검출된 사각형 영역에 대한 색 히스토그램 분포의 분석을 통해 저정보영역을 추출한다.

키워드 : 가상광고, 허프 변환, 사각형 검출, Canny 에지, 저정보영역

Less Informative Region Extraction for Automatically Advertisement Insertion in Sports Image

Jae-Young Jung*, Young-Kab Kim**

Abstract

Recently virtual advertising is located in an important area of interest in the TV market by convenience of application and reduction of cost. The methods of inserting a virtual advertising in broadcasting are Up-link that method insert the image through the production equipment of the broadcasting station and dispatch equipment and technical personnel in the shooting and Down-streaming that method insert a virtual image automatically in relay video using image processing technology. In recent years, the image processing technology is an important research area in the virtual advertising area for automatically insertion of advertising images. In this paper, we propose the method to extract less-informative region in sports video using image processing. The proposed method extracts less-Informative region through rectangle detection of Hough transform and analysis of color histogram distribution.

Keywords : Virtual Advertisement, Hough Transform, Rectangle Detection, Canny edge, Less-Informative Region

1. 서론

※ Corresponding Author : Young-Kab Kim

Received : July 21, 2015

Revised : August 17, 2015

Accepted : August 31, 2015

* Dongyang University Computer Engineering

Tel:+82-054-630-1055 , Fax: +82-054-630-1162

email: yjung@dyu.ac.kr

** Dongyang University Sports Science

Tel:+82-054-630-1290 , Fax: +82-054-637-7221

email: youngabi@dyu.ac.kr

■ This Research was financially supported by National Research Foundation Korea

가상광고(Virtual Advertising)는 컴퓨터 그래픽을 이용하여 실제 현장에 존재하지 않는 가상의 디지털 이미지를 생성하고 이를 영상에 삽입해 상품을 광고하는 영상 광고기법이다[1]. 가상광고 기술을 활용하여 나라별, 해당 지역별로 서로 다른 광고물을 같은 시간대에 시청자들에게 전달할 수 있으며, 해외중계 방송이나 외국 TV 프로그램을 수입 방영할 때 낮은 비용으로 외국 의 광고물을 의도한 광고물로 대체하는 등 다양

한 장점이 존재한다[2].

가상광고의 기술적 특성은 크게 두 가지 방법을 기반으로 한다. 하나는 촬영현장에 실제로 장비와 기술진을 파견해 방송사의 제작 장비와 연동해서 현장에서 이미지를 삽입하는 기술로 업링크(Uplink)라 한다. 이 방법은 비용이 많이 소요되나 가장 안정적으로 이미지의 삽입이 가능하다. 다른 하나는 중계 영상에 가상이미지를 삽입하는 것으로 다운스트리밍(Down streaming)이라고 한다. 이 방법은 촬영현장에 장비나 인력을 파견하지 않고서도 부가적인 광고수익을 올릴 수 있는 장점이 있는 반면 업링크(Uplink) 방식으로 이루어지는 것과는 달리 화면만을 보고 이미지를 삽입하기 때문에 실제로 운용할 수 있는 폭은 아주 제한적이다[3].

다양한 활용 가능성을 가지는 가상광고의 활용을 위해서는 실세계 환경에 문자와 그래픽 같은 부가정보를 실시간으로 합성하여 표현하기 위한 가상이미지 처리 기술과 같은 기반기술이 필요하다. 가상 이미지 처리 기술은 크게 두 가지 방법들을 기반으로 한다. 하나는 추적하기 용이한 사각형의 마커(Marker)를 통해 영상 안에 감지된 마커를 인식하고 카메라의 위치와 자세를 계산하는 마커 기반 방법이다. 영상 처리 시 탐색을 용이하게 하기 위해 흰 바탕에 검은색 사각형과 그 안에 다양한 패턴을 적용한 평면 마커를 사용한다. 하지만 마커는 실제 촬영영상에서 표현하기 쉽지 않기 때문에 마커를 사용하지 않고 현실세계에 존재하는 정보만을 이용하는 비마커(Markerless) 기반 방법이 연구되고 있다[4~5]. C. Xu등[4]은 축구 경기 장면에서 가상광고가 가능한 시간과 영역을 검출하기 위하여 경기장 화면에서 센터 썬클, 골대 위치, 경기장 경계선 등과 같이 장면이 바뀌어도 계속적으로 형태를 유지하면서 나타나는 고정 영역을 검출하였다. 이를 위해 영상 내 에지 정보와 컬러 정보를 동시에 활용하여 선분과 원을 검출하기 위한 알고리즘을 개발하였다. Y. Li등[5]은 동영상 내에 가상광고 삽입을 위한 시간과 위치를 검출하기 위해, 우선 영상 프레임의 직선들을 검출하여 해당 위치를 기록하고 연속된 일정 프레임까지의 동일 위치에 적어도 하나 이상의 직선이 검출되는 경우, 처음 기록된 직선들의 위치와 비교하여 광고 삽입이 가능한 시간을 검출하였다.

또한 입력동영상에서 에지가 없는 균일한 색상의 평평한 지역을 저정보영역(LIR:Less Informative Region)이라 정의하고 해당 지역에 만 가상광고를 삽입하였다.

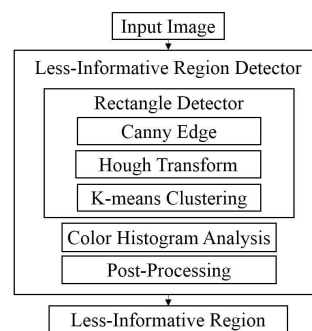
본 연구에서는 가상 광고의 삽입을 위해 비마커 기반의 방법을 사용한다. 먼저, 영상에 대하여 에지 정보를 추출하고 허프(Hough) 변환을 통하여 직선 선분을 검출한 후, 이로부터 사각형 영역을 검출하고, 색 히스토그램 분포의 분석을 통해 저정보영역을 추출하는 방법을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 저정보영역 추출방법의 단계별 구성과 방법론들을 기술하였다. 3장에서는 제안된 방법론에 따른 실험 결과를 기술하였다. 4장에서는 결론과 향후 연구 과제에 대하여 기술하였다.

2. 저정보영역 추출

본 논문은 (그림 1)과 같이 사각형 검출단계와 색 히스토그램 분석단계로 구성된 저정보영역 추출 방법을 제안한다. 저정보영역이란 제한된 영역 내에 광고 또는 다른 물체가 존재하지 않는 색이 균일한 영역으로 정의하였다. 이 영역에 우리가 원하는 광고의 삽입이 가능하다. 사각형 검출단계는 이미지 내의 에지 추출, 추출된 에지를 통한 선분 검출, 선분들의 각도를 계산하여 직교하는 꼭짓점 추출 과정으로 구성된다. 저정보영역 추출단계에서는 이미지의 색 히스토그램을 분석하여 히스토그램의 분산정보를 활용하여 저정보영역을 검출한다.

(그림 1) 제안한 저정보영역 추출 구조

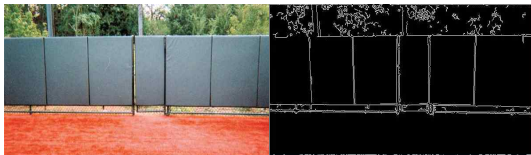


(Figure 1) Structure for the extraction of Less-Informative Region

2.1 Canny 에지 추출

객체의 가장자리를 특징화 하는 것은 이미지 처리의 기본적인 중요한 문제이다. 이미지에서 에지를 검출하는 것은 데이터의 양을 줄이고, 이미지의 중요한 구조적인 특성을 유지하면서 불필요한 정보를 필터링할 수 있다. 제안된 방법에서 영상 내 사각형을 검출하기 위한 첫 단계로 Canny 연산자[6]에 의하여 외곽선을 추출하였다. Canny 연산자의 경우 일반적인 외곽선 검출법에 비해 강한 외곽선을 추출하는 마스크를 사용하기 때문에 잡음에 민감하지 않다. (그림 2)는 스포츠 이미지에 Canny 외곽선 추출기법을 적용한 결과이다.

(그림 2) Canny 에지 검출 결과



(a) 원본 이미지 (b) Canny edge
(Figure 2) Result of Canny edge operator

Canny 에지 검출 알고리즘은 우선 잡음 제거를 위해 스무딩(smoothing) 작업을 거치며, 경사(미분)값을 통하여 에지를 찾는다. 하지만 스무딩을 통하여 흐려진 에지에서 잘못된 검출이 발생하므로 이를 제거해야 한다. 그래서 양의 방향과 음의 방향으로 에지의 강도와 현재 픽셀의 에지의 강도를 비교 판단하여 현재 픽셀의 에지 강도가 가장 크다면 그 값을 보존하고 아니면 삭제한다[7]. 이를 비 최대값 제거법(Non-Maximum Suppression)이라 하며, 이 과정을 거쳐 이미지에 나타난 에지들 중에서도 실제 에지와 잡음에 의해 검출된 것들이 섞여 존재하기 때문에 이들을 구별해야 한다.

구별방법으로 Low 임계값과 High 임계값 두개를 이용하게 되는데, Low 임계값과 High 임계값을 기준으로 Low 임계값보다 낮은 영역은 제거하고 High 임계값보다 높은 영역은 보존한다. 마지막으로 Low 임계값과 High 임계값 사이의 영역에 대한 연관성의 판별 단계를 거친다. 노이즈나 다른 작은 변화량들은 High 임계값 이상 영역들과 연관성이 떨어지기 때문에 Low 임

계값과 High 임계값 사이의 영역에 대해서만 8 방향으로 검색하여 연결성 여부를 판단한다. 이 에지 추적(tracking)은 BLOB-analysis(Binary Large Object)를 통하여 구현하게 된다. 그래서 최종 이미지는 High 임계값 이상과 그와 연관성 있는 에지들만 합친 영상이 검출된다[8].

2.2 Hough 변환을 이용한 사각형 검출

허프 변환은 주어진 영상으로부터 직선, 타원, 또는 원 등과 같이 매개 변수로 표현이 가능한 도형을 검출하는데 사용된다. 허프 변환은 직각 좌표계에 있는 영상 평면의 한 점을 지나는 직선들의 조합을 파라메트릭 표현(parametric representation)으로 변환하고 이를 해석하여 기하학 정보를 추출한다[9]. 허프 변환 기법은 수식(1)을 사용하여 영상의 (x,y) 좌표 공간에 존재하는 각 픽셀들을 허프 공간이라 일컫는 (r,θ) 좌표공간으로 사상(mapping)하여 직선 정보를 검출한다[10][11]. 영상의 (x,y) 좌표공간의 각 픽셀들은 (r,θ) 좌표공간에 곡선으로 사상되며, (x,y) 좌표공간에서 같은 직선상에 존재하는 픽셀들의 경우 (r,θ) 매개변수 공간에서 교점을 가지게 된다. 따라서 허프 변환은 (r,θ) 좌표 공간에 누적된 빈도수를 같은 직선상에 존재하는 픽셀의 수로 볼 수 있으며, 임계값 이상의 빈도수를 가지는 교차점의 (r,θ) 들을 직선 성분으로 정의할 수 있다. 따라서 수식 (1)을 통해 연산되는 값을 보트(vote)라 정의하고, 연산된 보트들의 빈도수를 2차원 배열에 누적시켜 직선 선분을 검출한다 [12].

$$x \cdot \cos\theta + y \cdot \sin\theta = r \tag{1}$$

본 논문에서는 사각형 검출을 위해 추출된 에지에 대해 허프 변환(Hough Transform)을 적용하였고 Canny외곽선 검출을 통해 검출된 외곽선을 기반으로 선분을 근사화하였다. (그림 3)은 Hough 변환을 이용하여 선을 검출한 결과이다. 이후 사각형의 꼭짓점을 찾기 위해 각도에 의한 다각선 근사화 방법을 적용하였다. 이는 각도를 이용해 코너를 찾는 방법으로 식(2)와 같이 두 직선이 이루는 사이 각에 따라 꼭짓점을 추정한다.

두 직선의 방향 벡터를 v_1, v_2 라 할 때, 사이

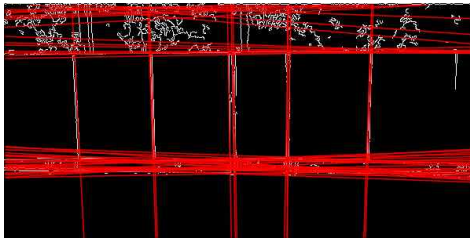
각 θ 는 식(2)(3)과 같이 계산된다.

$$\theta_1 = \cos^{-1} \left(\frac{v_1 \cdot v_2}{\|v_1\| \|v_2\|} \right) \quad (2)$$

$$\theta = \min\{\theta_1, \pi - \theta_1\} \quad (3)$$

계산된 두 직선 간의 사이 각이 180° 에 근사하면 무시되고, 90° 에 근사한 교점은 특징점으로 추출한다[13]. 본 논문에서는 $90^\circ \pm 10^\circ$ 의 범위에 대해서만 특징점으로 추출하였고, 추출된 특징점들은 사각형을 추정하기 위해 사용하였다. 위의 과정을 통해 (그림 4)(a)와 같이 추정된 선분에 대해 직교하는 교점들을 추출하여 특징점들을 추출할 수 있다. 그러나 추출된 특징점들은 유사한 좌표에 밀집된 분포를 나타낸다. 따라서 (그림 4)(b)와 같이 밀집 분포된 특징점들에 대해 K-means 군집화 알고리즘[14][15]을 활용하여 대표 특징점을 추출하였다.

(그림 3) Hough 변환을 이용한 선 검출



(Figure 3) Line detection using Hough Transform (Low:200 High:400)

(그림 4) 대표 특징점 추출



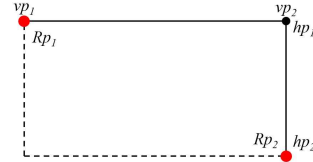
(a) 특징점 추출 결과 (b) 클러스터링에 의해 대표 특징점 추출 결과

(Figure 4) Representative feature points

군집화를 통해 추출된 특징점들의 조합을 통하여 선분들을 생성하였고, 수직방향의 선분과 수평방향의 선분으로 수직선분과 수평선분의 조합을 구성하였다. (그림 5)와 같이 수평선분 $L_v = (vp_1, vp_2)$ 과 수직선분 $L_h = (hp_1, hp_2)$ 을 구성

하였으며, 수평선분의 vp_2 와 연결되는 수직선분의 hp_1 을 탐색하여 두 선분의 연결을 통해 사각형의 좌측상단 점 Rp_1 과 우측하단 점 Rp_2 을 추출하였다. 주어진 두 점(Rp_1, Rp_2)을 통해 사각형을 추출하였다.

(그림 5) 특징점을 활용한 사각형 검출방법



(Figure 5) Rectangle detection method using feature points

임의의 수평선분 L_v 에 위치한 vp_1 을 검출할 사각형의 좌측상단 점 Rp_1 로 정의하고 L_v 의 끝점 vp_2 와 직교하는 수직선분 L_h 을 탐색한다. 이때 수직선분 L_h 의 시작점 hp_1 과 수평선분 L_v 의 끝점 vp_2 좌표는 동일하며, 탐색된 L_h 의 후보군들 중 끝점 hp_2 가 hp_1 과 비교하여 x 성분은 동일하고 y 성분이 양의 방향으로 증가한 선분만 탐색한다. 이 경우 hp_2 는 검출할 사각형의 우측하단 점 Rp_2 가 되며, 대각 방향에 있는 모서리 두 점 (Rp_1, Rp_2)이 모두 정의되면 사각형을 검출한다. (그림 6)은 위 과정을 통해 검출된 사각형들이다.

(그림 6) 사각형 검출



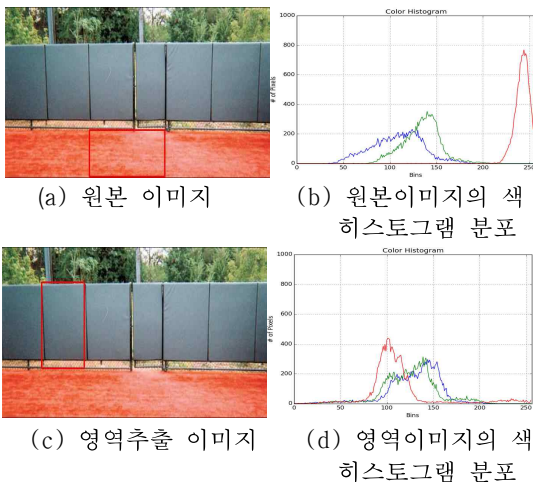
(Figure 6) Detection of rectangle

2.3 색 히스토그램 분석을 이용한 저정보 영역 추출

색 히스토그램은 색상 특징을 표현하는 가장 일반적인 방법으로 영상의 전체적인 특징(global feature)과 구성 즉, 명암 대비 및 명암 값 분포

에 대한 정보를 표현한다. 컬러공간의 특징상 히스토그램은 조명에 매우 민감하지만 영상의 회전이나 이동에 강건한 특징을 지니고 있다. 색 히스토그램은 화소가 가진 명암 값에 대한 막대 그래프로서, (그림 5)와 같이 픽셀이 표현할 수 있는 RGB요소(0~255)를 x 축으로 구성하였으며 각 명암 값이 가진 누적치는 y 축으로 구성하였다. 따라서 이미지에 여러 색이 고르게 분포되어 있는 경우 (그림 7)(b)와 같이 완만하며 히스토그램의 분산 값이 크다. (그림 7)(c)과 같이 박스 내에 유사한 색들의 분포를 가지는 제한된 영역은 (그림 7)(d)처럼 작은 분산 값을 가지는 히스토그램으로 표현된다. 본 논문에서는 이미지 내에서 사각형을 검출하고 그 사각형 영역에 대한 색 히스토그램의 분산 정도에 의해서 추출영역의 정보의 양을 판단하였으며 임계값에 따라 저정보영역을 결정하였다.

(그림 7) 대상에 따른 색 히스토그램 분포



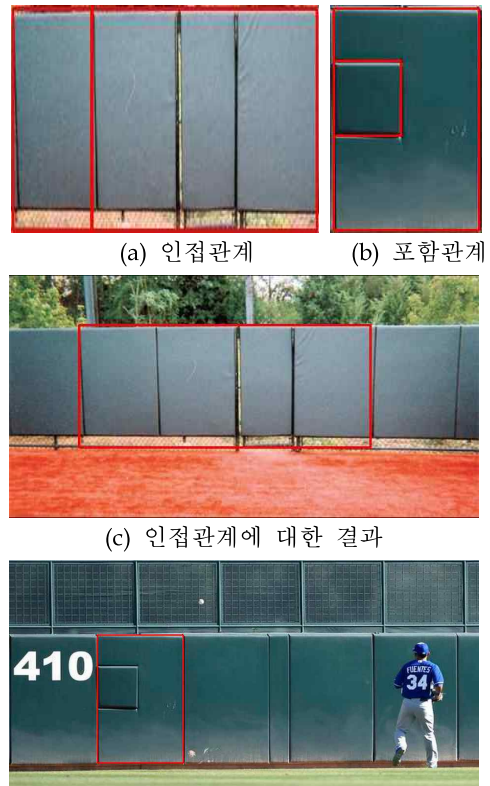
(Figure 7) Color histogram distribution according to the target region

2.4 광고 삽입을 위한 저정보영역 후처리

저정보영역 검출을 통해 추출된 영역들은 작은 사각형 단위로 추출되는데, 광고가 삽입되기 위한 충분한 영역을 확보하기 위하여 가급적 큰 단위의 저정보영역으로 병합하는 후처리 과정을 수행하였다. 검출된 영역들이 서로 인접해있거나 검출된 영역이 서로 포함되어있는 경우에 하나의 영역으로 병합된다. (그림 8)은 저정보영역의 후처리를 위한 두 가지 조건에 대한 예를 보이

고 있다. (그림 8)(a)는 추출된 저정보영역이 서로 인접해 있는 경우 인접영역을 병합하는 인접관계이고, (그림 8)(b)는 추출된 저정보영역이 다른 저정보영역을 포함하고 있는 포함관계이다. (그림 8)(c)(d)는 위와 같은 두 가지 조건에 의해서 검출된 사각형 영역에 반영한 결과이다.

(그림 8) 저정보영역 후처리



(Figure 8) Post-process for the LIR

3. 실험 및 결과

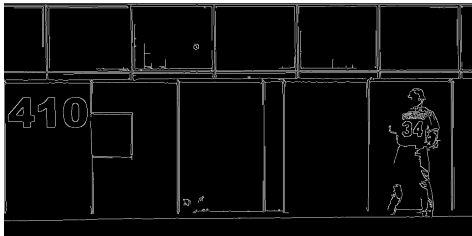
본 논문에서 저정보영역을 추출하기 위해 Python 2.7.9, OpenCV 3.0.0버전을 사용하여 실험하였고, windows 7(64bit)환경에서 실험을 수행하였다. 또한 본 논문에서의 실험을 위해 야구장의 어떤 광고나 그림도 포함되어있지 않은 펜스 이미지를 수집하였다. (그림 9)는 본 논문에서 제안한 방법을 테스트 이미지에 적용한 과정이다. (그림 9)(a)는 이미지 검색을 통해서 수집된 펜스에 광고나 그림이 포함되어있지 않은 야

구장의 펜스 영상이다. 잡음 제거를 위하여 스무딩 작업을 거친 후, (그림 9)(b)와 같이 Canny 에지 검출 알고리즘으로 영상 내 에지를 추출하였다. 또한 (그림 9)(c)와 같이 추출된 에지에 Hough 변환을 적용하여 선분을 근사화하였다. 사각형 검출을 위해 검출된 선분들로부터 직교점을 추출하였고 추출된 점들에 대해 K-means 군집화 알고리즘을 사용하여 (그림 9)(e)와 같이 특징점으로 추출하였다. (그림 9)(f)는 추출된 각 특징점을 기준으로 서로 직교하는 선분에 있는 꼭짓점을 찾아서 사각형을 검출한 결과이다.

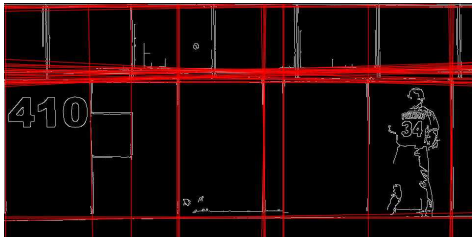
(그림 9) 저정보영역 검출 과정



(a) 원본 이미지



(b) Canny edge 결과



(c) Hough변환을 이용한 선분검출 결과



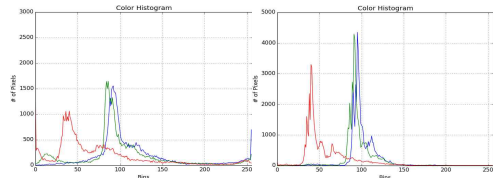
(d) 교점추출 결과



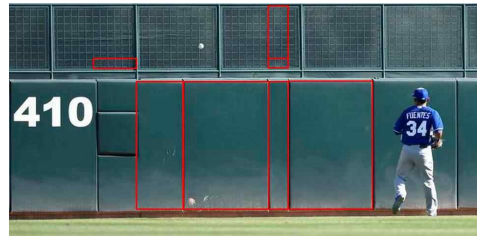
(e) 대표 특징점 추출결과



(f) 사각형 검출 결과



(g) 사람이 포함된 영역의 색 히스토그램
(h) 펜스만 포함된 영역의 색 히스토그램



(i) 저정보영역 추출 결과



(j) 후처리를 통해 검출된 영역 결과

(Figure 9) Detection process for the Less-Informative Regions

<표 1>은 (그림 9)(f)에서 검출된 21개 사각형 영역에 대한 색 히스토그램의 분산 값을 각

각 B, G, R로 구분하여 나타낸 것이다. 사각형 영역은 좌측상단부터 우측하단까지 순차적으로 분산값을 계산하였다. 유사한 색들의 분포를 가지는 (그림 9)(f)의 펜스만 포함한 영역이 여러 색이 분포되어있는 사람을 포함한 영역에 비하여 낮은 분산 수치를 보이고 있음을 알 수 있다. 검출 영역의 분산을 구하기 위해 이산 확률 변수에 대한 분산을 구하였다.

<표 1>과 같이 각 색상 R, G, B에 대한 분산 수치의 합이 1000이하인 사각형영역 Rect 5, 9, 12, 17, 18, 19, 20의 사각형영역이 저정보영역으로 추출되었다. Rect 5, 9, 12는 광고가 삽입되기 부적절한 영역이나 비교적 색의 분포가 고르기 때문에 분산 값이 낮게 나타났다. 최종적으로 제안한 방법을 통해 추출된 영역은 (그림 9)(j)와 같이 후처리를 통해 추출된 영역과 상단의 두 영역이 추출된다.

<표 1> 검출된 사각형 영역들의 분산

| (Figure 9) (a) | Blue | Green | Red | Total | Decision |
|----------------|--------|--------|--------|---------|----------|
| Rect 1 | 436.1 | 430.5 | 398.9 | 1265.5 | Reject |
| Rect 2 | 348.4 | 369.4 | 381.1 | 1098.9 | Reject |
| Rect 3 | 489.1 | 490.8 | 414.1 | 1394 | Reject |
| Rect 4 | 502.2 | 518.1 | 501.4 | 1521.7 | Reject |
| Rect 5 | 246.9 | 273.2 | 259.4 | 779.5 | Accept |
| Rect 6 | 469.9 | 483.6 | 451.1 | 1404.6 | Reject |
| Rect 7 | 341.2 | 347.7 | 345.3 | 1034.2 | Reject |
| Rect 8 | 581.6 | 594.1 | 485.1 | 1660.8 | Reject |
| Rect 9 | 294.8 | 309 | 309.9 | 913.7 | Accept |
| Rect 10 | 534.6 | 536.9 | 435.6 | 1507.1 | Reject |
| Rect 11 | 396.2 | 397.2 | 370 | 1163.4 | Reject |
| Rect 12 | 210.7 | 228.3 | 184.3 | 623.3 | Accept |
| Rect 13 | 612.2 | 643.9 | 551.8 | 1807.9 | Reject |
| Rect 14 | 1249.2 | 1245.9 | 1180.3 | 3675.4 | Reject |
| Rect 15 | 2873.8 | 3050.2 | 4388.5 | 10312.5 | Reject |
| Rect 16 | 502.5 | 494.1 | 526.6 | 1523.2 | Reject |
| Rect 17 | 220.5 | 221.1 | 474.6 | 916.2 | Accept |
| Rect 18 | 220.8 | 244 | 529.5 | 994.3 | Accept |
| Rect 19 | 255.4 | 207.9 | 522.8 | 986.1 | Accept |
| Rect 20 | 186.4 | 189.5 | 423.7 | 799.6 | Accept |
| Rect 21 | 2118.2 | 2221.1 | 2843.5 | 7182.8 | Reject |

<Table 1> Distribution of detected rectangle regions

4. 결론

본 논문에서는 스포츠 경기 영상에서 영상 내

에 자동적인 광고의 삽입을 위한 저정보영역 추출 방법을 제안하였다. 제안하는 방법은 크게 단계의 구조로 구성된다. 첫 번째는 입력이미지에 대해 외곽선을 추출하고 선을 추정하며 추정된 선으로부터 사각형을 검출하는 사각형 검출단계이고, 두 번째는 검출된 사각형에 대해 색 히스토그램의 분포를 검사하여 저정보영역을 추출하는 단계이다. 제안된 방법은 스포츠 영상 내에 자동적으로 광고를 삽입하기 위해 영상 내의 가장 정보가 적은 영역, 즉 저정보영역을 추출하는 새로운 방법을 제시하였다. 가상광고의 영역이 점진적으로 확대되므로 제안된 방법은 향후 활용 영역이 증가할 것으로 기대된다. 하지만 제안된 방법은 비교적 색의 분포가 균일하나 영역내부에 텍스처가 존재하는 경우, 영상의 화질이 낮아 잡음으로 인해 에지 검출의 정확성이 낮은 경우 효과적이지 않다. 따라서 영상 내의 텍스처 분석 및 잡음에 대한 후처리를 통해 효과적인 저정보영역을 추출하기 위한 방법이 추후 연구되어야 할 과제이다.

Reference

- [1] Tsuji, Yosuke, Gregg Bennett, and James H. Leigh. "Investigating factors affecting brand awareness of virtual advertising." *Journal of Sport Management* 23.4 (2009): 511-544.
- [2] Gyeongryeol Lee. "Discussion of the issue according to the introduction of virtual advertisement." *Korean Journal of Broadcasting & Telecommunications Research* (2005): 85-109.
- [3] Sungho Kim. "Virtual advertising schemes. What is the problem?," *ad. trend* (2002): 24-26.
- [4] Xu, Changsheng, et al. "Implanting virtual advertisement into broadcast soccer video." *Advances in Multimedia Information Processing-PCM 2004*. Springer Berlin Heidelberg, 2005. 264-271.
- [5] Li, Yiqun, et al. "Real time advertisement insertion in baseball video based on advertisement effect." *Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia*. ACM, 2005.

[6] Canny, John. "A computational approach to edge detection." Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 6 (1986): 679-698.

[7] Luo, Yuancheng Mike, and Ramani Duraiswami. "Canny edge detection on NVIDIA CUDA." Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2008. CVPRW'08. IEEE Computer Society Conference on. IEEE, 2008.

[8] Ding, Lijun, and Ardeshir Goshtasby. "On the Canny edge detector." Pattern Recognition 34.3 (2001): 721-725.

[9] Hansung, L. E. E., and H. Joon. "Tetragon Detection Using the Hough Transform." Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV) 2002. 2002.

[10] Kim, Jong-Min, and Kee-Jun Lee. "Real Time Face Detection and Recognition using Rectangular Feature Based Classifier and PCA-based MLNN." Journal of Digital Contents Society 11.4 (2010): 417-424

[11] Jeong-Rok Lee, Kyeong-ryeol Bae, Byungin Moon. "A Hardware Architecture of Hough Transform Using an Improved Voting Scheme." The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences 38.9 (2013): 773-781.

[12] Jae-Young Lee, Jun-Sik Kwon. "Touch-based Gaming System using Augmented Reality Technolog." Journal of Digital Contents Society 15.1 (2014): 69-75.

[13] Davies, E. Roy. Machine vision: theory, algorithms, practicalities. Elsevier, 2004.

[14] Hartigan, John A., and Manchek A. Wong. "Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm." Applied statistics (1979): 100-108.

[15] MacQueen, J. B. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate

observations. Proceedings of the Fifth Symposium on Math, Statistics, and Probability (pp. 281 - 297). Berkeley, CA: University of California Press.



정재영

1993년 : 성균관대학교 대학원 (공학석사)
 1997년 : 성균관대학교 대학원 (공학박사-인공지능)

1997년~현재 : 동양대학교 컴퓨터정보전학과 교수
 관심분야 : 영상처리(Image Processing), 패턴인식 (Pattern Recognition), 정보보호(Information Security) 등



김영갑

1997년 : 동아대학교 대학원 (체육학석사)
 2004년 : 영남대학교 대학원 (이학박사-스포츠사회학)

2007년~현재 : 동양대학교 생활체육학과 교수
 관심분야 : 스포츠문화(Sports Culture), 스포츠마케팅(Sports Marketing) 등