

# Opponent SURF를 적용한 화염 검출에 관한 연구

임종호\*, 김미경\*, 차의영\*  
 \*부산대학교 전기전자컴퓨터공학과  
 e-mail:angelcrown24@naver.com

## A Study on fire detection using Opponent SURF

Jong-Ho Im\*, Mi-Kyoung Kim\*\*, Eui-Young Cha\*  
 \*Dept of Electricity and Electronic Computer Engineering, Pusan National University

### 요 약

본 논문에서는 화재의 조기 감지를 위하여 카메라 입력 영상으로부터 화염을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 화염은 특정 RGB 좌표계를 가지며 지속해서 형태가 변화하며 움직인다. 제안하는 화염 검출 알고리즘은 먼저 야외 환경에서 조도의 변화에 관계없이 화염 검출 알고리즘을 적용하기 위해 Color Constancy 알고리즘을 적용한다. 그 후 화염의 RGB 좌표계와 움직임의 변화를 측정하여 후보영역을 설정하고 Opponent SURF와 SVM을 통해 최종 화염을 검출한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 제안하는 알고리즘으로 화염을 검출할 수 있음을 확인하였다.

### 1. 서론

화재는 일상생활에서 빈번하게 발생하며 이에 의한 인명 및 재산 피해는 막대하다. 화재 발생 초기에 화염을 조기에 인식하여 대응하면 큰 피해를 줄일 수 있다. 화재 감시를 위해 인적자원 사용 시 큰 비용이 발생하며 매시간 모든 상황에 대응할 수 없는 단점을 지닌다. 이를 위하여 본 논문에서는 CCTV 카메라의 영상신호를 처리하여 발화 초기에 화재를 인식하는 화염 검출 알고리즘을 제안한다.

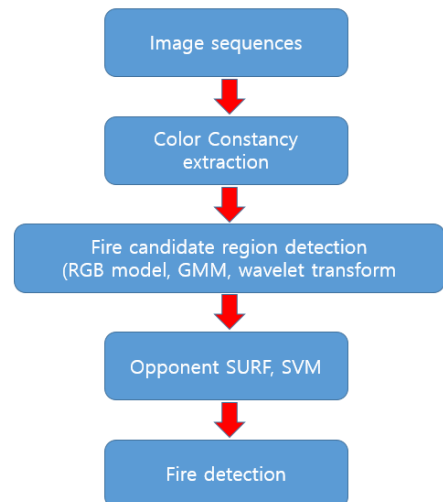
카메라를 이용한 화재감지는 초기에는 흑백 영상을 이용하여 터널[1]과 산을 대상으로 화재 감지를 하였다.[2] 초기에는 화염의 시간적인 변화 특성을 이용하여 흑백 영상에서 히스토그램 변화 등을 측정하여 화염을 검출하였으나 최근에는 색 영상 정보를 이용하여 화염을 검출하는 방법들이 제안되고 있다.[3,4]

본 논문에서는 화염 검출을 위하여 입력 영상신호의 색 좌표계와 움직임 특성 및 주파수 특성과 SVM을 통한 학습 알고리즘을 이용하여 화염을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 먼저 야외의 조도 변화에 관계없이 화염 검출을 위해 조도 추정 알고리즘을 통해 Color Constancy 정보를 추출한 뒤 카메라 입력 영상신호의 색 좌표계를 분석하여 화염의 색 영역을 설정하고 화염을 배경과 분리하고 시간에 따라 색상과 움직임이 변하는 특성을 통해 화염 후보영역을 추출한다. 추출된 영상을 바탕으로 Opponent SURF를 통해 화염의 특징을 추출하고 추출한 특징을 바탕으로 SVM을 적용하여 최종 화염을 검출한다. 실제 화염 영상을 제안하는 알고리즘에 적용

하여 화염을 검출할 수 있음을 확인하였다.

### 2. 제안하는 화염 검출 알고리즘

제안하는 화염 검출 알고리즘은 다음 Figure 1과 같이 카메라 영상의 색 정보 및 움직임 특성과 주파수 특성을 이용한 화염 후보영역을 검출하고 Opponent SURF를 적용하여 최종 화염을 검출한다.



<표 1> 제안하는 화염검출 알고리즘 시스템

#### 2.1 Color Constancy를 통한 고유 색상 정보 추출

Banic이 제안한 학습 기반 Color Constancy 알고리즘인 ColorCat[5]을 통하여 입력 영상의 색상 히스토그램과

조도 색상 간의 관계를 통해 야외의 조도를 추정하여 입력 영상의 Color Constancy 내용을 추출하였다.

**2.2 색 좌표계를 이용한 화염 후보영역 검출**

색 좌표계를 이용한 화염 후보영역 검출은 RGB Color Model[1]을 기반으로 이미지로부터의 화염 후보영역을 추출한다. 적용된 모델 식은 다음과 같다.

```
rule 1:  $R > R_T$ 
rule 2:  $R \geq G > B$ 
rule 3:  $S \geq ((255 - R) * S_T / R_T)$ 
IF(rule 1) AND(rule 2) AND(rule 3) = TRUE
THEN fire - pixel
ELSE |fire - pixel
```

<표 2> 화염 후보영역 추출을 위한 RGB 모델

**2.3 움직임 특성을 이용한 화염 후보영역 추출**

화염은 항상 공기의 흐름에 의해 시간에 따라 모양이 변화하는 특성을 보인다. 이를 통해 GMM(Gaussian Mixed Model)를 사용하여 화염 색상과 유사한 RGB특성을 갖는 배경과 화염을 구분한다.

**2.4 주파수 특성을 이용한 화염 후보영역 추출**

화염은 시간에 따라 색상변화가 큰 특성이 있다. 이러한 특성을 Wavelet Transform을 통해 공간상의 주파수를 분석[2]해 화염과 유사한 색상과 움직임을 갖지만, 화염이 아닌 객체(예: 빨간 옷을 입고 움직이는 사람)와 화염을 분리할 수 있다.



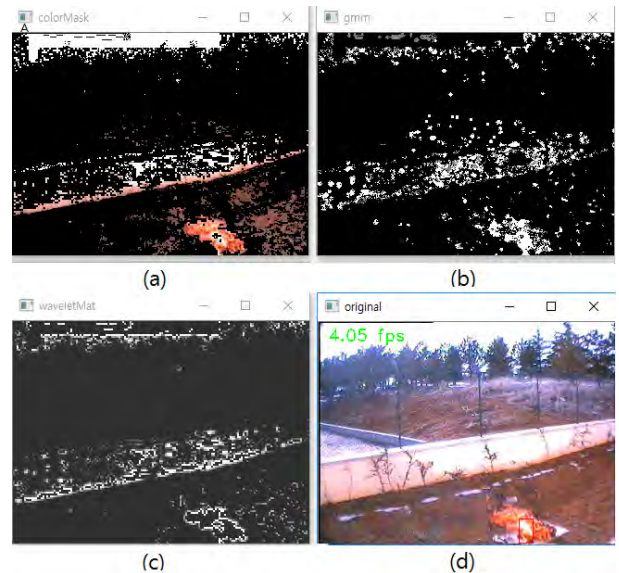
<그림 1> 빨간 T-셔츠를 입은 사람

**2.5 Opponent SURF를 이용한 최종 화염 검출**

화염의 특징을 통해 화염 후보영역을 추출하고 이를 Opponent SURF에 적용하여 최종 화염을 검출한다. 이를 위하여 ICV dataset[6]에서 색 좌표계, 움직임, 주파수 특성을 통해 ROI(Region of Interest)에서 화염과 화염이 아닌 데이터를 추출해 각 1,400장으로 분류하였다. 분류한 이미지를 Dense feature extractor를 통해 특징을 추출하고 Opponent SURF를 feature descriptor로 사용하였다. 이를 SVM을 통해 화염에 대하여 학습하였다. 입력 영상에서 색 좌표계, 움직임, 주파수 특성을 통해 ROI를 선정하고 학습된 SVM을 통해 최종 화염으로 판정한다[7].

**3. 실험**

제안하는 화염 검출 알고리즘을 검증하기 위하여 촬영된 화염 동영상에 대하여 화염을 검출하는 실험을 진행하였다. Figure 2는 화염을 검출하는 실험의 결과로써 (a)는 RGB 모델을 적용하여 검출한 화염 후보영역이며, (b)는 GMM을 통해 배경에서 분리한 화염 후보영역이다. (c)는 wavelet transform을 통하여 분리한 화염 후보영역이다. (d)는 Opponent SURF와 SVM을 적용하여 최종 화염을 검출한 결과를 표시하였다.



<그림 2> 각 단계별 화염 알고리즘 적용 영상

**4. 결론**

본 논문에서는 화염의 영상 특징을 분석하여 화염을 검출하는 알고리즘을 제안하였다. 제안하는 화염 검출 알고리즘은 화염의 색분포와 움직임 특성, 주파수 특성을 이용하여 화염 후보영역을 추출하고 Opponent SURF와 SVM을 이용하여 최종 화염 검출을 하였다.

실제 화재가 발생한 동영상에 대하여 제안하는 알고리즘으로 화염을 검출함을 확인하였다.

**감사의 글**

본 연구에 사용된 화재 데이터베이스는 인하대학교 정보통신공학과 컴퓨터비전연구실 (지도교수 김학일)에 의해 제공되었습니다.

**참고문헌**

[1] S. Noda and K. Ueda, "Fire detection in tunnels using an image processing method," Vehicle Navigation and Information Systems Conference, 1994. Proceedings., 1994, Yokohama, 1994, pp. 57-62.  
 [2] E. D. Breejen , 1998 , Autonomous Forest Fire

Detections , International Conference on Forest Fire Research 14th Conference on Fire and Forest Meteorology VOL. II : 2003 ~ 2012

[3] H. Yamagishi , 1999 , Fire Flame Detection Algorithm Using a Color Camera , International Symposium on Micromechatronics and Human Science

[4] K. Beall , 2001 , Smoldering Fire Detection by Image-processing , 12th International Conference on Automatic Fire Detection

[5] N. Banić and S. Lončarić, "Color Cat: Remembering Colors for Illumination Estimation," in IEEE Signal Processing Letters, vol. 22, no. 6, pp. 651-655, June 2015.

[6] Seong G. Kong, Donglin Jin, Shengzhe Li, Hakil Kim, Fast fire flame detection in surveillance video using logistic regression and temporal smoothing, Fire Safety Journal, Volume 79, January 2016, Pages 37-43

[7] Tung Xuan Truong, Jong-Myon Kim, Fire flame detection in video sequences using multi-stage pattern recognition techniques, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 25, Issue 7, October 2012, Pages 1365-1372