

## 움직임 정보에 기반한 화재 감시

이대현, 이상화, 조남익

서울대학교, 뉴미디어통신공동연구소

dhlee.hsg@gmail.com, lsh529@snu.ac.kr, nicho@snu.ac.kr

### Fire Detection based on Motion Information

Dae Hyun Lee, Sang Hwa Lee, and Nam Ik Cho  
Seoul National University, INMC

#### 요 약

본 논문에서는 화재의 움직임 정보에 기반하여 역동적인 화재를 감지하는 기법을 제안한다. 우선 감시 카메라와 같은 고정형 감시 장치로부터 얻어진 색 정보를 분리하기 쉬운 좌표계로 변환하고 이전에 수집된 데이터들로부터 얻어진 사전 정보로부터 화염 영역을 추출한다. 또한 화염 영역의 가장자리가 움직임이 매우 크다는 사실에 기반하여 광흐름 벡터로 얻어진 시간적 분산값을 이용한 움직임 모델을 생성한다. 화염 영역은 움직임 모델과 결합되며 오탐을 걸러내기 위해 충분한 양의 화재 영역이 중첩될 때 최종적으로 화재를 판별한다. 본 논문에서 제안한 방법은 실험 결과에서 우수한 탐지 능력을 보인다.

#### 1. 서론

최근에 컴퓨터비전 기술의 발달로 인해서 CCTV 카메라를 통해 취득한 데이터로 화재 감시를 하는 연구가 진행되고 있다[1]-[4]. 기존의 열 감지, 연기 감지, 습도 감지 센서 등의 성분 분석에 의한 화재 감시 장치 들은 제한된 공간에서 높은 인식률을 갖지만 넓은 영역을 감지하기에는 제약이 있고, 시각적인 분석 능력은 전무하여 정확한 화재 상황을 판별하지 못한 경우가 많았다. 반면에 상대적으로 저렴한 카메라를 통해 화재를 예측한다면 이전의 장치들에 비해 시각적인 분석 능력을 가질 수 있고 넓은 영역의 범위에서 화재를 조기 발견할 수 있는 장점이 있어서, 카메라 및 비전기술을 이용한 화재감시 기술에 대한 수요가 증가하고 있다.

본 논문에서는 감시 카메라 등으로부터 취득된 영상의 색상정보의 통계적인 특성을 분석하여 화염 영역을 학습하고 이를 이용하여 테스트 영상으로부터 화염 영역을 구한다. 또한 광흐름의 시간적인 지역 분산값을 학습하여 화염영역의 가능성이 높은 경우를 검출한다. 최종적인 화재 여부 판별은 오검출 문제를 보완하기 위하여 여러 프레임 동안 지속적으로 화재임을 검출한 경우에만, 화재로 판별하도록 하여, 다양한 오검출 문제를 감소시켰다.

#### 2. 제안하는 알고리즘

화염의 색분포는 기본적으로 매우 밝은 빨간색이나 노란색에 해당하는 영역을 가진다. 이는 다른 정보에 우선해서 걸러질 수 있는 정보이기 때문에 본 논문에서는 화염의 색으로 화재를 판단하는 알고리즘을 제안한다.

화염의 색이 매우 밝다는 것은 매우 높은 강도를 가진다는 뜻이기 때문에 카메라로부터 취득된 RGB 영상을 색과 강도를 분리하여 생각해야 한다. 그래서 주어진 RGB 영상은 HSV

영상으로 변환하여 색 정보는 노란색과 빨간색 대역에 존재하는 정보로 모델링을 하고, 강도는 매우 큰 영역으로 그리고 포화도는 학습된 영역에 맞도록 모델링을 한다. 이 때 HSV 에서 색 정보는 환형데이터(Circular data)이기때문에 환형 정규 분포를 이용하고 포화도와 강도는 정규 분포를 이용하여 그림 1 과 같이 모델링한다[5]. 테스트 영상이 입력되면 픽셀단위로 각각의 확률값을 곱하여 일정 문턱치보다 높으면 1 이고 아니면 0 인 이진 영상 B1 을 만들어 화염 영역으로 정한다.

화염의 색을 통해 얻어진 화염 영역은 많은 오검출 영역을 가지고 있다. 본 논문에서는 화염의 시간적인 변화를 분석한 움직임 정보를 생성하여 오검출 영역을 걸러낸다. 우선 영상에 광흐름(Optical flow) 알고리즘을 적용하여 시간적인 화염의 변화 정도를 구하며 실시간 계산을 위하여 8x8 블록 단위로 계산한다. 화염은 일반적으로 시간에 따라 역동적인 움직임을 나타내기 때문에 광흐름 벡터를 구하면 그 크기와 방향이 매 프레임마다 크게 달라진다. 본 논문에서는 3 개의 연속된 프레임 간의 시간에 따른 분산을 구하여 문턱치를 넘는 경우 1, 아니면 0 인 이진 영상 B2 를 구하였다. 분산이 크다는 것은 곧 움직이는 물체일 가능성이 높다는 움직임 정보를 나타낸다.

앞서 구한 화염 영역과 움직임 정보를 이용하여 두 이진 영상 B1, B2 을 픽셀단위로 AND 연산을 수행하여 값이 1 인 영역이 한 프레임의 화염 영상이라고 추정한다. 하지만 화염과 비슷한 색상을 갖는 움직이는 물체도 화염으로 인식될 수 있다. 우리는 그런 물체를 강체라고 가정하고 거의 매프레임마다 일정한 크기를 유지하는 움직임 정보를 가진다고 생각하였다. 따라서 오검출율을 줄이기 위해서 그 영상의 연결 성분(connected component)을 구해 물체의 크기가 몇 프레임 간격으로 계속 유지된다면 화염이 아닌 것으로 판단하여 최종

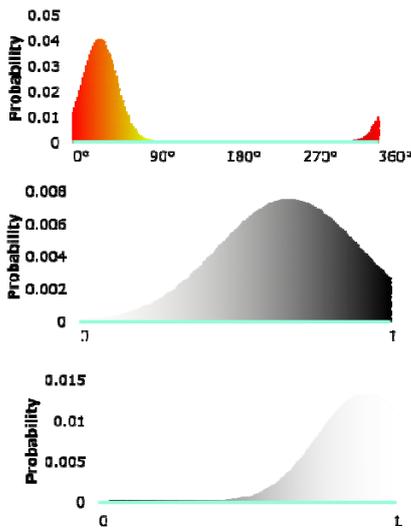


그림 1. HSV 공간에서 화염 색의 모델링

화염 영역에서 그 부분을 제외하였다.

추가적으로 오검출율을 줄이기 위해 50 프레임 정도의 화염 영상을 누적시켜 문턱치를 넘어가면 화재가 발생한 것으로 판단하도록 하였다.

### 3. 실험 결과

실험에 쓰인 화재 관련 영상 데이터 베이스는 인터넷에서 수집한 여러 짧은 클립들을 이용하여 총 150 개의 영상으로 구축하였다. 화염의 색을 학습하기 위해 그 중 50 개 영상들에서 1000 장의 프레임이 을 선택하여 사용하였고, 테스트에 쓰이는 영상은 데이터 베이스에서 학습에 쓰인 50 개를 제외한 100 개의 영상으로 실험하였다.

실험은 Intel Core i5 2.80 GHz CPU chip 과 8G DDR RAM, NVIDIA GeForce GTX 460 이 설치된 환경에서 실행되었고 C++과 실시간 처리를 위해 CUDA 등의 병렬 처리 알고리즘이 사용되었다.

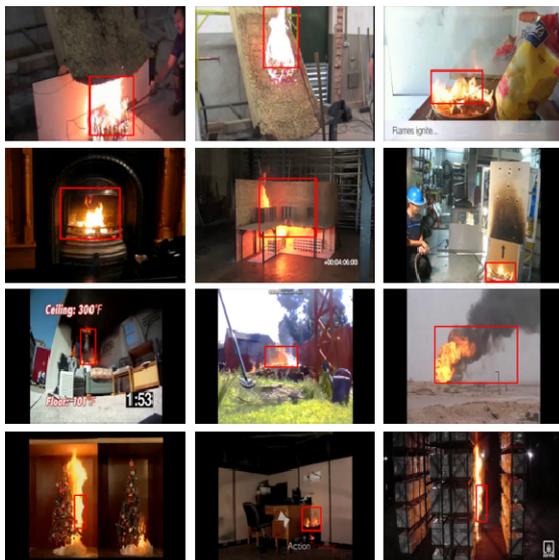


그림 2. 제안된 알고리즘의 화재 인식 영상들

제안된 알고리즘은 그림 2 에서 보듯이 화염 영역의 검출에 매우 효과적으로 작동하였다. 색 영역의 정보로 얻어진 B1 영상으로부터 동적인 부분을 나타내는 B2 부분이 결합하고 화재가 아닌 영역을 제거하기 위해 크기가 계속 변하는 부분이 남게되어 오검출 영역이 효율적으로 줄어들었다. 표 1 은 테스트 실험에 사용된 100 개의 영상에 대한 결과이고 실내 영상과 실외 영상으로 나누어 나타내었다. 실험 결과, 실내와 실외 영상 각각에서 90% 내외의 높은 수준의 인식률을 보였으며 제안된 알고리즘이 효과적으로 동작함을 나타낸다.

표 1. 제안된 알고리즘의 결과

	개수	인식 (인식률)
실내	50	46 (92%)
실외	50	44 (88%)
합계	100	90 (90%)

### 4. 결론

본 논문에서는 화재의 움직임 정보에 기반하여 화재를 감시하는 기법을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 화염의 색 정보를 분리하여 학습하고 화염의 시간적인 분산과 크기 등의 움직임 정보를 이용하여 오검출율을 효과적으로 줄인다. 화재 영상 100 개를 이용하여 성능 실험을 한 결과 화염을 검출하는데 효과적으로 작용하는 것을 확인하였으며 병렬 처리 계산을 통하여 수행 시간을 실시간에 가깝도록 만들 수 있다는 장점이 있다.

### 참고문헌

[1] B. U. Toreyin, Y. Dedeoglu, U. Gudukbay, and E. Cetin, "Computer vision-based method for real-time fire and flame detection," Pattern Recognition Letter, vol. 27, no. 4, pp. 49-58, 2006.

[2] T. Celik, H. Demirel, H. Ozkaramanli, M. Uyuguroglu, "Fire detection in infrared video using wavelet analysis," Optical Engineering, vol. 46, no. 6, pp. 49-58, 2006.

[3] Y. Habiboglu, O. Gunay, A. E. Cetin, Covariance matrix-based fire and flame detection method in video," Machine Vision and Applications, vol. 23, no. 6, pp. 1103-1113, 2012.

[4] B. C. Ko, K. H. Cheong, J. Y. Nam, "Fire detection based on vision sensor and support vector machines," Fire Safety Journal, vol. 44, no. 3, pp. 322-329, 2009.

[5] K. V. Mardia, P. E. Jupp, "Directional Statistics," Wiley, pp. 83-92, 1999.