
질감 및 색채의 공간 분포 정보를 이용한

비디오 기반 화재감지 시스템

박봉희 · 류지구 · 문광석 · 김종남* · 장대웅

부경대학교

Design Of a Video-Base Fire Detection System Using Texture and Color Spatial Distribution Information

Feng-Ji Piao · Ji-Goo Ryu · Kwang-Seok Moon · Jong-Nam Kim* · Jang-Dae Ung

Pukyong National University

piaofengji2009@gmail.com

요 약

본 논문은 질감 및 색채의 공간 분포 정보를 이용한 비디오 기반 화재감지 시스템 설계에 대하여 연구하였다. 화재 감지에 사용되는 영상들은 각각 상이한 장소, 시간, 위치에서 획득된 영상을 대상으로 하였다. 기존의 비전기반 화재감지 기법에서는 정확한 화재감지를 위해서 많은 연산을 수행함으로써 감지시간이 길어지는 단점이 있었다. 이러한 문제들을 극복하기 위하여 본 논문에서는 우선, 비디오 영상의 사이즈 및 칼라 정보를 정규화 한다. 다음 색채의 공간 분포 정보를 적용하여 화재 후보 영역을 검출하고, 이 후보 영역에서 영상의 질감에 대한 분석을 수행함으로써 화재를 검출하였다. 실험결과 이전의 비전기반 화재 감지 기법에 비해서 좋은 결과를 나타내는 것을 보여준다.

ABSTRACT

This paper proposes a new design of a video-base fire detection system using texture and color spatial distribution information. The video sequences used are taken in different days with different lighting conditions having different backgrounds. The time complexity of most previous vision-based fire detection techniques are very high due to lengthy programing. To overcome the problems of lengthy codes and time complexity, in this algorithm, at first we normalize the video image frames by size and color information. Then the spatial distribution of the color information is used to extract the candidate regions, later using visual texture of the fire, we detect the fire regions. The experimental results show an real-time fire detection over thousands of image frames, and have higher detection rate when compared to the conventional fire detection techniques.

키워드

화재감지, 비디오, 질감, 색채

I. 서 론

산림에 불이 붙어 일어나는 것으로서 산림화재라고 할 수 있다. 산불은 한번 발생하면 지세, 급수, 장비, 인원동원 등 여러 가지 악조건 때문에 짧은 시간에 효과적으로 진화하기가 어려운 넓은 면적으로 확대되는 경우가 많아서 막대한 산림피해를 야기한다. 현재의 화재 경보 시스템은 열, 연기 등의 센서 기반 감지기를 대부분이며, 이들 감지기는 화재가 발생한 후 일정시간이 지나 열이나 연기가 확산되어 센서에 도달해야 비로소 감지가 가능하다. 이러한 방식들은 조기에 화재를 감지하지 못하는 문제점과 넓은 장소와 개방된 공간에서는 그 성능이 떨어지는 단점이 있다.[1] 이에 반하여 카메라를 이용한 화재 감지 시스템은 추가적인 비용이 들지 않고, 화재나 연기가 발생할 경우 열이나 연기의 확산을 기다릴 필요 없이 카메라를 통해 원격지에서 즉각적인 감지가 가능한 장점 등이 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 화재검출과 관련된 선행연구들을 분석하였고, 3장에서는 제안하는 화재검출 방법을 기술하였다. 4장에서는 실험 결과 및 분석을 서술하였고 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련연구

영상에 의한 화재를 감지하는 방법으로는 시간적 변화에 기반한 방법, 히스토그램 해석 기반의 방법, 비디오 시퀀스로부터 칼라와 움직임 정보를 이용하는 방법 등이 있다.[2-8]

시간적 변화 변화에 기반한 방법은 불꽃의 확산변화를 인지하는 방법인데 트래픽 잼 시간에 자동차가 아주 서서히 움직일 때 이를 구별하는 것이 어렵고 외부의 조명 변화에 민감하다. 히스토그램 기반의 방법은 터널내의 화재를 감지하기 위하여 정상적인 트래픽 상태, 불이 난 후의 상태, 그리고 연기가 난 상태의 세 가지 히스토그램으로부터 각각의 분포가 다르다는 특성을 이용하여 이들 중 하나의 영역으로 인식하는 방식으로 자동차의 불빛에 대한 대책이 어려울 뿐 아니라, 자동차가 없을 경우나, 복잡할 경우의 상태에 대한 기준 히스토그램을 연기가 매우 어렵다. 비디오 시퀀스로부터 칼라와 움직임 정보를 이용하는 방법은 여러 영상에 대해 불꽃에 해당하는 칼라에 대해 학습을 통해 룩업 테이블을 만들어 놓고, 임의의 영상에 대해 그 룩업 테이블에 해당하는 화소들을 추출한 다음 불꽃의 움직임 정보를 추출하여 외부의 영향을 제거하는 방법이다. 또한 여러 시퀀스로부터 칼라의 움직임, 화염과 불의 흔들거림을 시간적 및 공간적 해석으로부터 둔 휴리스틱 법칙을 사용하여 화재를 검출하고 분류하는 방법이 있다.

III. 제안하는 화재검출 알고리즘

이상과 같은 기존의 연구들이 있지만 아직도 외부 환경 변화에 따라 나타나는 문제점들을 완전하게 해결하지 못하고 있다. 본 논문에서 기존의 문제점들을 해결하기 위해서 질감 및 색채의 공간 분포 정보를 이용한 비디오기반 화재검출 방법을 제안한다. 제안하는 화재검출 방법은 영상 사이즈 및 칼라정보 정규화, YCbCr 각 성분간의 논리곱 연산을 이용하여 1차 화재영역 검출, 질감을 이용하여 2차 화재영역 검출의 3단계로 이루어진다.

3.1 영상 사이즈 및 칼라정보 정규화

본 논문에서 실험에 사용되는 영상데이터들을 모두 256*256으로 정규화 한다. 또한 영상의 칼라 정보 정규화 과정을 아래의 식(1)~(4)에 정의한다.

$$\begin{aligned}
 Y_{mean} &= \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k Y(x_i, y_i) \\
 Cb_{mean} &= \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k Cb(x_i, y_i) \\
 Cr_{mean} &= \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k Cr(x_i, y_i) \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 mY &= \frac{1}{Y_{mean}} \\
 mCb &= \frac{1}{Cb_{mean}} \\
 mCr &= \frac{1}{Cr_{mean}} \dots \dots \dots (2)
 \end{aligned}$$

$$\max RGB = \max(mY, mCb, mCr) \dots \dots \dots (3)$$

$$\begin{aligned}
 Y_{final} &= Y^* \frac{mY}{\max RGB} \\
 Cb_{final} &= Cb^* \frac{mCb}{\max RGB} \\
 Cr_{final} &= Cr^* \frac{mCr}{\max RGB} \dots \dots \dots (4)
 \end{aligned}$$

여기서 식(1)은 YCbCr에서 각 성분의 평균값을 구하고 식(2)~(4)는 각 성분의 가중치를 구하여 정규화된 YCbCr영상을 얻는다.

3.2 YCbCr 각 성분간의 논리곱 연산을 이용하여 1차 화재영역 검출

YCbCr 각성분간의 논리곱 연산을 이용하여 1차적 화재영역 검출을 하는 과정을 식(5)~(7)에 정의한다.

$$F_{(x^*, y^*)} = \begin{cases} 1 & \text{if } |Cr - Cb| \geq \Gamma \\ 0 & \text{otherwise} \dots \dots \dots (5) \end{cases}$$

$$F_{(x^{**}, y^{**})} = \begin{cases} 1 & \text{if } Y \geq \Lambda \\ 0 & \text{otherwise} \dots \dots \dots (6) \end{cases}$$

$$F_{(x^{***}, y^{***})} = F_{(x^*, y^*)} * F_{(x^{**}, y^{**})} \dots \dots \dots (7)$$

여기서 Γ, Λ 은 상수이다. 화재영역에서 Cr, Cb

성분간의 차의 값은 거의 일정한 값을 취하고 있다는 규율을 찾을 수 있다. 따라서 이러한 규율을 통하여 식(5)~(7)에서 사용되는 Γ , Λ 의 값을 찾을 수 있다. 본 논문에서 Cr, Cb성분의 차의 절대값 Γ 의 값은 35, Λ 은 150으로 하였다.

3.3 질감을 이용하여 2차 화재영역 검출

앞에서 YCbCr 각 성분간의 노리곱 연산을 이용하여 1차적인 검출을 하였지만 화재와 비슷한 칼라 정보를 가진 옷 혹은 사람의 피부색의 경우 화재가 아니지만 검출되는 결과를 얻게 된다. 이러한 오류검출을 해결하기 위해 화재영역의 질감을 분석하게 되었다. 이미지 영상에서 옷 혹은 사람의 피부의 질감은 스무드하나 화재의 질감은 상대적으로 성긴 편이다. 이러한 특징을 사용하여 평균 밝기(Average Intensity), 표준 편차(Average Contrast), 평탄도(R), 3차 적률(Third Moment), 균일도(Uniformity), 엔트로피(Entropy) 분석하였으며 그림 1에서 나타내었다.

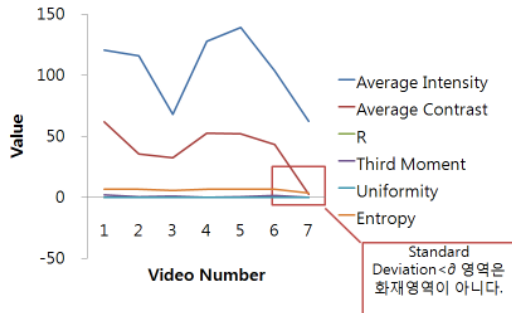


그림 1. 질감 분석 그래프

IV. 실험 결과 및 분석

본 장에서 제안한 방법을 기존의 연구와 비교 실험하여 제안한 방법의 우수성을 나타 내었다. 제안한 방법의 성능평가를 위한 실험 환경은 다음과 같다. 실험은 Inter(R) Core(TM)2 Duo CPU E7300 @ 2.66GHz와 3.25GB RAM으로 구성된 PC에서 MATLAB 7.8을 이용하여 실험 프로그램이 구현되었다. 실험 데이터로 400×256, 640×480의 RGB의 비디오 영상 6개와 472×472의 정지영상 9개가 사용되었으며, 그림 2에서 실험 영상을 나타내었다.

실험에서는 시간과 검출을 두가지 측면에서 평가되었습니다. 이 결과를 아래 표 1, 표2에서 나타내었다.

Video Sequences	Format	Dimensions	Number of frames	Detection Time	Number of frames detected as fire	Detection Rate %
Movie1	AVI	400*256	208	0.0693	208	100
Movie2	AVI	640*480	94	0.0757	94	100
Movie3	AVI	400*256	219	0.0354	219	100
Movie4	AVI	400*256	245	0.0416	245	100
Movie5	AVI	640*480	152	0.0792	152	100
Movie6	AVI	400*256	216	0.0333	216	100

표 1. 실험 결과

Video Sequences	기존의 방법[1]	제안한 방법
Movie1	0.0874	0.0693
Movie2	0.5773	0.0757
Movie3	0.0810	0.0354
Movie4	0.1058	0.0416
Movie5	0.4675	0.0792
Movie6	0.1711	0.0333

표 2. 시간/프레임 결과 비교

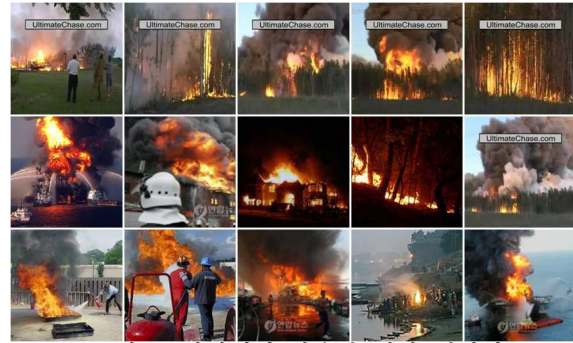


그림 2. 실험에서 사용한 영상 데이터



그림 3. 부동한 비디오에서의 화재영역 검출

V. 결 론

본 논문에서는 질감 및 색채의 공간 분포 정보를 이용한 비디오기반 화재검출 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 영상 사이즈 및 칼라정보를 정규화할 때 가중치를 해줌으로 불필요한 오검출을 줄여 주었다. 또한 YCbCr 각 성분간의 노리곱 연산 및 질감을 이용하여 최종 화재영역을 검출하였다.

감사의 글

본 연구는 지역혁신 인력양성사업과 광역선도 기술사업 지원으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

- [1] B. U. Toreyin, Y. Dedeoglu, U Gudukbay, A. E. Cetin, "Computer vision based method for real-time fire and flame detection", Pattern Recognition Letters, 2006.
- [2] D. Xie, R. Tong, H. Wu, "A Method to Distinguish the Fire and Flickering Vehicle Light", 2009 World Congress on Computer Science and Information Engineering, 2009.
- [3] J. C. Yang, C. L. Lai, "Vision based Fire/Flood Alarm Surveillance System via Robust Detection Strategy", 2008 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2008.
- [4] K. Tasdemir, O. Gunay, B. U. Toreyin, A. E. Cetin, "Video based fire detection at night", 2009 IEEE signal Processing and Communications Applications Conference, 2009.
- [5] T. Celik, K. K. Ma, "Computer Vision Based Fire Detection in Color Images", 2008 IEEE Conference on Soft Computing in Industrial Applications, 2008.
- [6] L. Wang, M. Ye, Y. Zhu, "A hybrid fire detection using Hidden Markov Model and luminance map", 2010 International Conference of Medical Image Analysis and Clinical Application(MIACA), 2010.
- [7] L. Jie, X. Jiang, "Forest Fire Detection Based on Video Multi-Feature Fusion", 2009 IEEE Conference on Computer Science and Information Technology, 2009.
- [8] B. U. Toreyin, A. E. Cetin, "Online Detection of Fire in Video", 2007 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2007.
- [9] T. Celik and H. Demirel, "Fire detection in video sequences using a generic color model," in Fire Safety, Feb. 2009.