

조명과 환경 변화에 강건한 화염 검출 시스템

A Fire-Detection System Robust to Light Sources and Environment changing

박수창, 박장식*, 손경식
부산대학교, 동의과학대학*

Park Sool-Chang, Park Jang-Sik*, Son Kyong-Sik
Pusan National University.,
Donggeui Institute of Technology.*

요약

본 논문에서는 주변 조명과 환경의 변화에 대하여 강건한 화염 검출 방법을 제안한다. RGB 색 좌표계에서 화염과 조명의 색 특성을 분석하여 주변색과 화염을 분리할 수 있고 조명에 강건한 임계값을 설정한다. 그리고 화염은 발생 후 동적인 변화를 가지므로 평균 히스토그램 차는 조명과 환경 변화에 강건한 화염 검출을 가능하게 한다. 본 논문에서는 화염 영역 내부의 픽셀 수의 변화를 계산하여 화염을 인지하도록 한다. 실험 결과 제안한 방법은 실시간 처리가 가능하고 조명과 환경 변화에 불구하고 화염 검출 성능이 우수함을 보인다.

Abstract

In this paper we introduce a fire-detection system which is robust to light sources and environment changing. We can decide the threshold values that classify the regions between a fire flame and light sources by analyzing them in RGB color space. The mean histogram difference technique make it possible to extract flame region more efficient because fire flame is continuously changing after it occurs. In order to detect flame region, this paper proposes to count fire pixels.

I. 서론

화재는 지금도 많은 인명, 재산 피해를 야기 시키고 있어 화재를 예방하기 위해 많은 연구가 이루어져 왔으며 온도 샘플링, 공기 투명성 테스트, 연기 분석, 자외선/적외선 화재 검출 기법을 사용하고 있다. 그러나 이 검출기들은 화염 부근에 위치되어야 하고, 연소의 부산물로 인한 오검출될 수 있다. 그래서 신빙성 있는 검출을 위해 칼라 영상을 기본으로 하는 접근방식은 많이 이루어지고 있다[1].

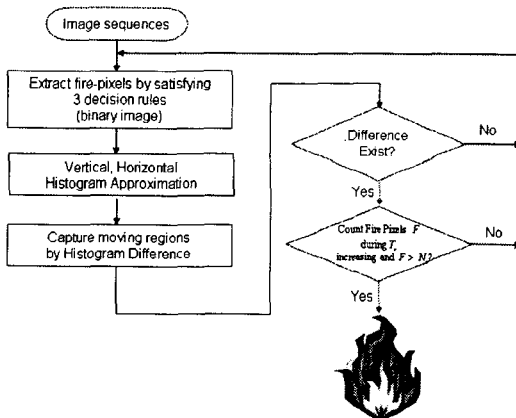
칼라 영상을 이용하여 연기로부터 화염을 인식하는 방법이 제안되었다[2]. 그리고 Yamagishi 와 Yamaguschi[3]는 화염의 실시간 검출을 위해서 향상된 칼라 영상 처리방법을 제안하였다. 그러나 기존

에 제안된 화재검출 방법은 인식에 초점을 맞추고 있어서 화염의 규모에 대해서는 알 수 없다는 단점이 있다. 최근에는 영상의 칼라 성분을 이용하여 화염을 찾는 방법들이 연구 되고 있다[1]. 그러나 주변 조명이나 물체의 강한 빛 반사 등은 화염영역과 잘 구분이 되지 않고 낮과 밤의 환경 변화에 강인하지 못하므로 조명과 환경 변화에 강건한 화염 검출을 필요로 한다. 본 논문은 주변 조명과 환경의 변화에 대하여 강건한 화염 검출 시스템을 제안한다. RGB색 좌표계에서 화염과 조명의 성분들을 조사함으로써 3 가지의 임계값 설정한다. 입력 영상에 임계값을 설정해서 이진화 영상을 만든다. 이진화 영상은 화염을 잘 검출하지만 화염 유사 영역들에 의해서 오 검출 될 수 있

으므로 또 다른 조건을 필요로 한다. 화염은 발생 후 영역변화를 가지므로 평균 히스토그램 차를 이용하여 유사영역 검출을 막고 픽셀 수를 조사해서 화염임을 판별한다. 제안하는 화재 검출 알고리즘은 기존의 방법에 비하여 화재 검출에 효과적임을 보인다.

II. 화염 검출 알고리즘

본 논문에서 제안하는 화염검출 알고리즘은 그림 1과 같다. RGB 색좌표계에서 화염이 주변 조명과 주변 환경의 색과 구별되도록 임계값을 정하여 화염 후보 영역을 검출하고 화염영역의 픽셀 수의 변화를 계산하여 화염을 최종 판별한다.



▶▶ 그림 1. 제안하는 화염검출 알고리즘

2.1 화염 후보 영역 검출

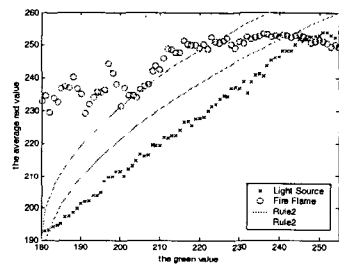
그림 2의 (a)는 화염과 조명의 녹색 성분에 대한 평균적인 빨간색 분포를 도시화한 것이다. 조명의 분포는 선형인 반면, 화염은 붉은색 값은 대부분이 230에서 255사이에 분포한다. 본 논문은 조명에 강건한 화염성분 검출을 위해 아래의 세 조건을 제시 한다. (1), (2), (3) 임계값을 이용해 입력 영상을 이진화 시킨다. 그리고 이진화된 영역은 $A(x, y)$ 라 정의한다. 두 패턴의 구분을 위해서 그림 2 (a)의 Rule 2를 설정한다.

Rule 2를 이용한 임계값 설정은 조명과 구분되며 화염의 상당 부분을 찾을 수 있다. 그리고 그림 2의 (b)는 화염과 조명의 파란색 성분에 대한 평균적인 녹색 분포를 나타낸 것이다. 화염과 조명은 구분은 Rule 3에 의해서 더 강건해진다.

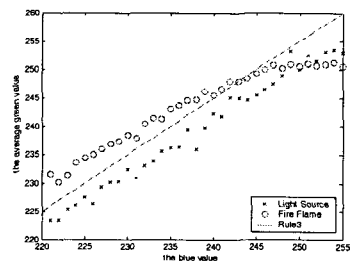
$$Rule1 : R > 240 \tag{1}$$

$$Rule2 : R > 80 \sqrt{(G-180)/75} + 180 < 80 \sqrt{(G-180)/75} + 190 \tag{2}$$

$$Rule3 : G > B + 5 \tag{3}$$



(a) R(빨간색)과 G(녹색)의 화염 분포



(b) B(파란색)과 G(녹색)의 화염 분포

▶▶ 그림 2. 화염과 조명의 RGB분포 분석

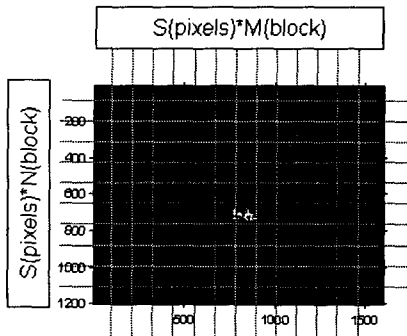
2.2 움직임 영역 검출을 통한 화염 판별

영상에서 화염과 같은 색을 가진 영역이나 화염과 유사한 조명은 화염으로 오검출될 수 있으므로 오검출을 방지하기 위하여 본 논문에서는 화염의 변화를 분석하여 화염임을 확인한다. 화염은 발생 후 영역이 커지므로 영상 차 방법[1]으로 변화를 검출하면 화염이 아닌 부분은 제거할 수 있다. 그러나 영상 차 방법

은 연산량이 많으므로 본 논문은 영상 차 방법을 개선한 히스토그램 차 방법을 이용한다.

2.2.1 평균을 사용한 히스토그램 근사화

그림 3은 임의의 화염 영상에서 식 (1), (2), (3)의 세 조건으로 이진화한 영상 $A(x, y)$ 이다.

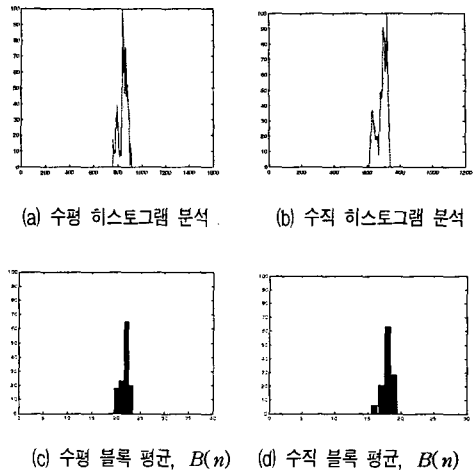


▶▶ 그림 3. 이진화 영상 $A(x, y)$

그림 4의 (a), (b)는 이진화 영상을 수직 수평 히스토그램 분석한 영상이다. 그림 4 (c), (d) 한 블록의 크기는 화염 발생 초기 영상의 크기 L 픽셀로 정하고 수직을 N 개, 수평을 M 개의 블록으로 나누어서 각 블록을 평균을 취한다. 그리고 수평을 $B(n)$, 수직을 $B(m)$ 라고 정의한다. 그리고 평균 히스토그램은 기준 영상과의 차를 이용해서 화염의 발생 여부와 화염 영역을 추출 하는데 사용된다.

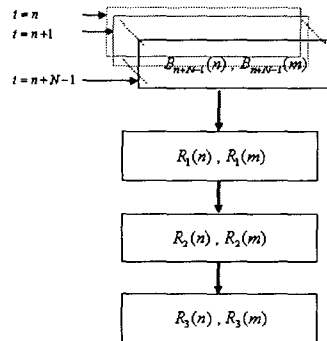
2.2.2 기준 히스토그램

연속적인 평균 히스토그램에서 움직임영역을 검출하기 위해서 기준 히스토그램은 변화를 측정하는 기준이 된다. 그림 5는 기준 히스토그램의 생성과 갱신을 설명하고 있는 블록도이다.



(a) 수평 히스토그램 분석 (b) 수직 히스토그램 분석
(c) 수평 블록 평균, $B(n)$ (d) 수직 블록 평균, $B(m)$

▶▶ 그림 4. 평균 히스토그램



▶▶ 그림 5. 기준 히스토그램 생성과 갱신

각 과정은 T 시간(N 개 영상)에 한번 실행된다. 기준의 생성은 N개 영상의 평균 히스토그램을 평균을 취한다. 여기서 $B_i(m), B_i(n)$ 은 i 시간에 평균 히스토그램을 나타낸다.

$$R_1(m) = \frac{1}{N} \sum_{j=n}^{n+N-1} B_j(m)$$

$$R_1(n) = \frac{1}{N} \sum_{j=n}^{n+N-1} B_j(n)$$

갱신은 3개의 버퍼에서 T시간마다 이루어진다. 화염이 존재하는 영상이 들어오면 비교 대상은 $R_3(n)$,

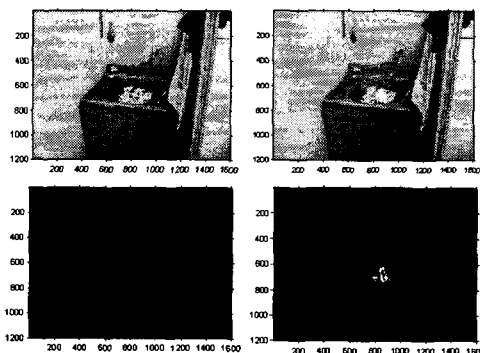
$R_3(m)$ 이 되고, 화염 성분을 추출하였을 때 버퍼의 갱신은 되지 않는다.

2.2.3 평균 히스토그램 차를 이용한 화염 판별

입력영상의 평균 히스토그램 $B(n)$, $B(m)$ 와 기준 히스토그램 $R_3(n)$, $R_3(m)$ 의 차를 비교한다. 차의 값이 존재하지 않으면 화염은 발생하지 않은 것이고, 차의 값이 임계값을 넘기면 화염 후보 영역이라 정의한다. 화염 후보 영역이 검출되면 후보의 픽셀 수를 조사한다. 만약 픽셀수가 계속 증가하고 특정 임계값을 넘기면 화염으로 판별한다.

III. 실험 결과 및 검토

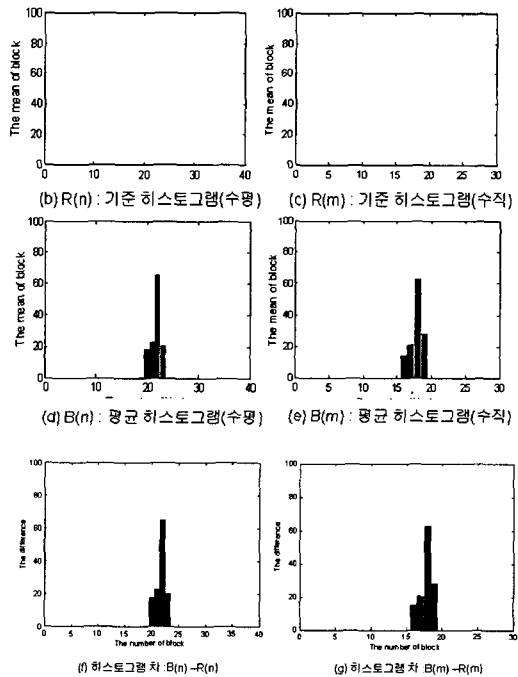
그림 6과 그림 7은 제안하는 화염검출 방법으로 화염을 검출하는 실험을 한 결과로써 그림 6은 화염이 발생하지 않은 기준 영상에 대하여 화염이 검출된 영상이며 그림 7은 실시간으로 화염을 검출하기 위한 제안하는 평균 히스토그램을 나타내고 있다.



▶▶ 그림 6. 기준 영상과 입력 영상

IV. 결론

본 논문에서는 RGB 칼라 좌표계에서 화염과 조명 성분들을 분석하여 조명에 강건한 화염검출 알고리즘을 제안한다. 그리고 화염 발생 후 영역의 변화가 생기는 속성을 이용하여 후보 영역을 포함하고 있는 영상의 평균 히스토그램을 이용해서 화염을 보다 강건하게 검출할 수 있다. 실험 결과 제안한 방법은 실시간 구현이 가능하고 조명과 환경 변화에 강한 것을 알 수 있다.



▶▶ 그림 7. 화염검출을 위한 평균 히스토그램 분포

참고 문헌

- [1] Thou-Ho Chen, Cheng-Liang, and Kao, Sju-Mo Chang "An intelligent Real-Time Fire-Detection Method Based on Video Processing.", IEEE International Carnahan Conference, Security Technology Proceedings. pp. 104-111, Oct. 2003.

- [2] Y. Cappellini, L. Mattii, and A. Mecocci, "An Intelligent System For Automatic Fire Detection in Forests," IEEE 3th International Conference on Image Processing and its Applications., pp.563-570,1989.
- [3] H. Yamagishi and J. Yamaguchi, "Fire Flame Detection Algorithm Using a Color Camera," in Proceedings of the 1999 International Symposium on Micromechatronics and Human Science., pp. 255-260. 1999.