

영상기반 지능형 무인 화재감시 시스템

Video-based Intelligent Unmanned Fire Surveillance System

전형석¹ · 염동희² · 주영훈¹⁺

Hyoung Seok Jeon, Dong-Hae Yeom and Young Hoon Joo+

¹ 군산대학교 제어로봇시스템공학과

² 군산대학교 Post BK21 지능형 임베디드 인력양성사업팀

요 약

본 논문은 퍼지 칼라모델을 이용한 영상기반의 지능형 무인 화재감시 시스템을 제안한다. 일반적으로 화재 감시를 위해 열이나 연기를 감지하는 별도의 장치를 사용하지만, 널리 보급된 폐쇄회로를 이용하면 별도의 장치와 추가적인 비용 없이 화재를 감시할 수 있다. 이와 같이 영상만으로 화재를 감시하는 시스템은 주로 연기나 불꽃을 추출하는 방법을 사용한다. 그러나 연기검출 방식은 야간에 회색계열의 연기를 검출하기 곤란하고, 불꽃검출 방식은 온도, 인화물질, 화재규모 등에 따른 불꽃색상의 변화에 대응하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 본 논문은 무인환경 특히 야간 및 다양한 불꽃색상의 변화에 대응할 수 있는 강인한 화재감시 시스템을 다룬다. 이를 위해 폐쇄회로의 입력영상으로부터 움직임 영역을 추출하고, 퍼지 칼라모델을 이용한 색상과 히스토그램을 이용한 모양을 통해 불꽃 여부를 판단하고, 이것의 확산이 확인될 경우, 화재경보를 발령하는 시스템을 구현한다. 마지막으로, 통제된 실제 화재 실험을 통해 제안하는 방법의 유효성을 검증한다.

키워드 : 불꽃 검출, 배경 모델링, 모폴로지 기법, 퍼지컬러필터, 히스토그램 분석

Abstract

In this paper, we propose a video-based intelligent unmanned fire surveillance system using fuzzy color models. In general, to detect heat or smoke, a separate device is required for a fire surveillance system, this system, however, can be implemented by using widely used CCTV, which does not need separate devices and extra cost. The systems called video-based fire surveillance systems use mainly a method extracting smoke or flame from an input image only. The smoke is difficult to extract at night because of its gray-scale color, and the flame color depends on the temperature, the inflammable, the size of flame, etc, which makes it hard to extract the flame region from the input image. This paper deals with a intelligent fire surveillance system which is robust against the variation of the flame color, especially at night. The proposed system extracts the moving object from the input image, makes a decision whether the object is the flame or not by means of the color obtained by fuzzy color model and the shape obtained by histogram, and issues a fire alarm when the flame is spread. Finally, we verify the efficiency of the proposed system through the experiment of the controlled real fire.

Key Words : Flame detection, background modeling, morphology method, fuzzy color filter, histogram analysis,

1. 서 론

최근 범죄와 사고의 위협이 증가함에 따라 개인의 보안 의식도 급격히 증가하고 있다. 이에 따라 정부기관, 회사, 및 연구기관에서는 여러 가지 보안솔루션과 지능형 감시 시스템에 대한 개발과 연구가 가속화 되고 있다. 국내에서 발생한 2008년 2월에 있었던 국보 1호인 승례문 방화사건은 화재의 원인분석을 위하여 사고현장 주변에 설치된 CCTV

30여대의 자료를 재검색하기 위하여 100여명의 인원을 투입하였다. 화재사고는 사소한 실수나 작은 방화에도 대형화재로 번지는 경우가 매우 빈번하게 나타나고 원인분석을 위하여 많은 인력이 투입되고 있다. 이러한 경우에 신속한 대응을 위해 CCTV 활용기술의 고도화가 필요하다. 때문에 이를 해결하기엔 적합한 지능형 화재감시 시스템에 대해 많은 관심과 더불어 관련연구 또한 진행 중이다.

현재 개발되고 있는 감시 시스템들은 환경변화를 인식하고 스스로 상황을 분석하고 사람의 행동과 의도 등을 인식하고 상황에 대처하기 위하여 인간-컴퓨터 상호작용(Human-Robot Interaction) 기술을 기본적으로 적용하고 있다[1]. 이 기술의 특징으로는 컬러 CCD 카메라를 이용하여 입력받은 동영상으로부터 움직이는 물체를 추적하고 움직이는 물체의 행동을 분석하여 의도를 파악 후 상황에 대처 할 수 있다는 점이다. 영상기반의 화재 감시의 방법에는 크게 연기를 검출하는 방법과 불꽃을 검출하는 방법으로 구

접수일자 : 2010년 4월 3일

완료일자 : 2010년 8월 1일

+ 책임저자

감사의 글 : 본 논문은 2009년도 전북지방 중소기업청 지원으로 수행한 산학공동기술개발지원사업의 연구 결과 중 일부입니다.

분할 수 있다. 먼저, Fujiwara[2] 등은 연기 모양에 대하여 그레이 스케일 영상에서 연기의 자기 유사성을 이용한 프랙탈 인코딩(fractal encoding) 방법을 사용하여 연기를 검출하였고, Rodriguez[3] 등은 웨이블릿 분석과 광류 추적 방법을 사용하여 영상에서 연기의 움직임을 검출한 다음 연속적인 프레임에서 검출영역의 크기가 점점 증가할 경우 연기로 판단하였다. 또한, Toreyin[4] 등은 배경영상과 입력영상의 차를 계산하여 배경영상의 화소들로부터 변경된 영역들을 검출하고 시공간 웨이블릿 변환을 사용하여 검출된 영역에서 에지의 세기가 약화되는 특성과 색상 값을 이용하여 연기를 검출하였다. 다음으로 불꽃 기반의 화재 감시 Liu[5] 등은 명도를 분석하여 높은 명도 값을 가지는 영역을 초기 화재영역으로 가정한 다음 영역 확장 방법을 사용하여 화재영역을 검출하였다. 여기서, 검출된 화재영역의 경계를 푸리에 계수로 변환하여 이들을 시간에 따른 변화에 따라 비-화재 영역으로 판별하였다. Phillips[6] 등은 가우시안 필터를 적용한 컬러영상의 히스토그램을 이용하여 색상기반으로 불꽃 검출한 다음 검출된 영역들의 시간에 따른 상태변화를 이용하여 검출된 영역들이 실제 화재인지를 판단하였다. 이 방법은 색상정보를 이용하여 불꽃을 검출함으로써 PTZ카메라의 카메라 이동에 영향 받지 않도록 하였으나 영역단위의 색상변화는 화재를 검출하는데 불안정한 요소가 많았다. 본 논문에서는 상기 문제점을 해결하기 위하여 영상 기반 지능형 무인 화재 감시 시스템을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 다음과 같다: 첫 번째 단계로 배경모델링(Background modelling) 기법을 통하여 영상내의 움직임영역을 추출한 다음, 모폴로지(Morphology) 기법을 통하여 추출된 영상내의 잡음을 제거한다. 두 번째 단계로는 잡음이 제거된 움직임 영역을 불꽃색상 샘플을 이용하여 동정된 퍼지 컬러 필터를 이용하여 화재 의심영역에 대하여 비교판단하고 화재 의심영역으로 판단될 경우 이를 다시 한 번 히스토그램 분석을 통하여 불꽃의 동적 특성과 비교하여 비-화재영역에 대한 최종판단을 내린다. 이때, 화재상황으로 판단될 경우 사용자 또는 관리자에게 경고메시지를 발송함으로 지능형 무인 감시 시스템의 형태로 구현된다. 마지막으로 본 논문에서 제안된 시스템에 대한 여러 가지 실험을 통해 그 응용 가능성을 증명한다.

2. 전체 시스템

본 논문에서 제안하는 영상기반 지능형 무인 화재감시 시스템의 시스템 블록도는 그림 1과 같다. 제안한 영상 기반 무인 화재 감시 알고리즘은 다음과 같다.

[단계 1] 컬러 CCD카메라를 통하여 RGB칼라모델의 영상을 입력받는다.

[단계 2] 입력된 영상을 배경모델링(background modeling)을 통하여 움직임 영역을 추출한다.

[단계 3] 영상내의 잡음과 불안정영역을 제거하기 위하여 모폴로지(morphology) 기법을 사용한다.

[단계 4] 조도의 변화에도 민감하지 않은 HSI 컬러모델로 변경한다.

[단계 5] 불꽃색 샘플을 이용하여 동정된 퍼지 컬러 필터를 이용하여 움직임 영역이 불꽃색인지를 판단하여 불꽃색과 일치할 경우 화재의심영역으로 정의한다. 화재의심 영역이 아닐 경우 단계 1로 돌아간다.

[단계 6] 움직임영역이 화재의심영역일 경우 2차원 히스토그램을 생성하고 불꽃의 동적특성과 비교하여 일치할 경우 최종적으로 화재로 판단한다. 최종적으로 화재가 아닐 경우 단계 1로 돌아간다.

[단계 7] 최종적으로 화재로 판단되면 화재상황에 대처하기 위하여 시스템 관리자에게 메시지를 전송한다.

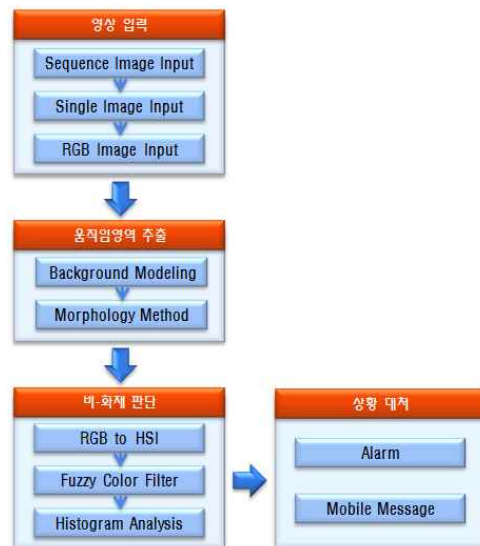


그림 1. 전체 시스템 블록도
Fig. 1. System block diagram

3. 영상기반 지능형 무인 화재감시 시스템

3.1 배경 모델링을 이용한 움직임 영역 추출

실시간 감시 시스템은 오브젝트 검출, 분류, 추적이 배경 모델에 의존적이기 때문에 배경 모델링이 많이 사용된다. 움직임 영역 검출에는 크게 배경 차감방법과 시간적 차이 광류로 구분한다[9]. 본 논문에서는 배경 차감기법을 이용하여 전경과 배경을 분리하여 움직임 영역을 추출하고자 한다. 배경 차감기법을 이용하기 이전에 먼저 배경 모델을 학습하고 학습된 배경 모델과 입력된 영상을 통하여 배경 차감기법을 이용한다. 배경 모델을 학습 시키는 방법은 그림 2와 같다.

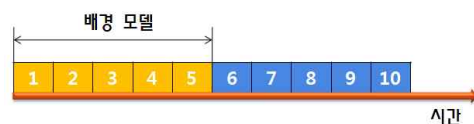


그림 2. 배경 모델 학습
Fig. 2. Background model of learning

영상이 입력되면 그림 2의 1~5까지의 프레임의 RGB값

값의 평균치를 구하여 배경 모델로 학습시키게 된다. 이후의 프레임들을 입력 영상으로 하여 배경모델과의 배경차분을 통하여 배경을 제거한 후에 남겨진 객체는 새로 나타난 전경 객체가 되고 이것을 움직임 영역이라 정의한다. 배경 모델과의 배경차분은 식 (1)과 같이 정의할 수 있다.

$$\begin{aligned} B_c(x,y) - I_c(x,y) > Th &\Rightarrow M_c(x,y) = 255, \\ B_c(x,y) - I_c(x,y) < Th &\Rightarrow M_c(x,y) = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

여기서, $B_c(x,y)$ 는 배경모델, $I_c(x,y)$ 는 입력영상을 나타낸다.

배경 모델링을 통하여 움직임영역을 추출한 결과는 그림 3과 같다.



(a) BG model (b) Input image (c) Input image

그림 3. 배경모델링 결과

Fig. 3. Background modeling result

3.2 모폴로지 방법을 이용한 영상 잡음 제거

배경 모델링을 이용하여 추출된 움직임 영역 영상 내에서 잡음과 불안정하게 추출된 영역을 연결하기 위해서 모폴로지 기법인 팽창과 침식을 수행한다[7]. 모폴로지 기법의 침식 팽창 연산을 거쳐 얻어진 결과는 그림 4와 같다. 그림 4에 의하면 입력 영상내의 잡음이 제거된 영상을 확인할 수 있다.



(a) 입력 영상 (b) 모폴로지 결과

그림 4. 모폴로지 결과

Fig. 4. Morphology method result

3.3 제안된 화재 판단 알고리즘

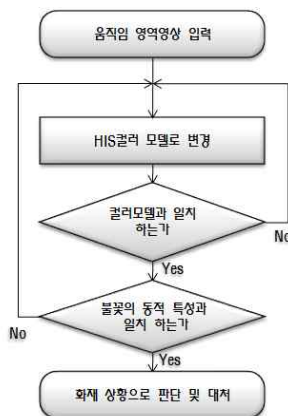


그림 5. 화재판단 알고리즘 플로 차트

Fig. 5. Flowchart of fire decision algorithm

그림 5는 본 논문에서 사용한 화재 판단 알고리즘의 흐름도를 나타낸다.

일단, 움직임 영역 영상이 입력되면 퍼지 컬러필터를 이용하여 화재의 의심영역 인지를 판단한다. 화재 의심 영역으로 판단될 경우 히스토그램 분석을 통하여 화재의 동적 특성과 일치하는지를 비교하고 일하게 되는데 이때 화재의 동적 특성과 일치할 경우 최종적으로 화재상황으로 판단하게 된다.

3.4 Fuzzy Color Filter 화재의 의심영역 판단

3.4.1. RGB 모델을 HSI 모델로 변환

퍼지컬러필터를 적용하기 이전에 RGB(Red-Green-Blue) 칼라모델로 표현된 영상데이터를 HSI(Hue-Saturation-Intensity) 칼라모델로 변경해야 한다. HSI 칼라모델을 이용하는 이유는 HSI 칼라모델은 RGB 칼라모델보다 명도에 덜 민감하기 때문에 조명의 변화나 장면의 변환에도 강인함을 갖는다. HSI 칼라 모델은 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(intensity)의 3가지 칼라 속성으로 구성되어 있다. 색상은 그 색의 원색을 나타내고 채도는 색의 순수도를 나타내는 것으로서 원색에 어느 정도의 흰색이 혼합되었는지를 나타낸다. HSI 칼라 모델은 색의 변환을 용이하게 해준다. 때문에 밝기 성분을 별도로 분할하여 사용할 수 있다는 장점을 가진다. HSI 칼라 모델은 그림 6과 같이 원뿔 모양의 좌표계로 표현된다. HSI 값은 원뿔의 꼭짓점과 단면의 원주 각 끝점이 된다. 원뿔 둘레를 따라 0도에서 360도의 범위를 가진 각도로 표현된다. 채도는 0에서 1까지의 범위를 가지는 반지름에 해당하며 원뿔의 중심에서 채도는 0으로 흰색이 100%가 되고 원뿔의 가장자리로 갈수록 흰색이 섞이지 않은 순수한 원색이 된다. 명도는 세로축에 해당하는데 0일 때는 검정 색을, 1일 때는 흰색을 나타낸다.

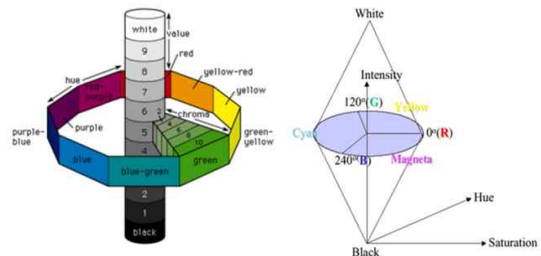


그림 6. HSI 칼라모델

Fig. 6. HSI Color model

RGB 칼라 모델을 HSI 칼라 공간으로 변환할 때 이용되는 수식은 다음과 같다.

$$H = \cos^{-1} \left[\frac{[(r-g) + (r-b)]/2}{\sqrt{(r-g)^2 + (r-b)(g-b)}} \right] \quad (2)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(r+g+b)} [\min(r,g,b)] \quad (3)$$

$$I = \frac{1}{3}(r+g+b) \quad (4)$$

3.4.2. 퍼지 색상 필터

HSI 컬러모델로 변경된 움직임 영역이 화재 의심영역인지를 판단하기 위하여 퍼지 컬러 필터를 이용한다. 입력된

영상이 불꽃색인지를 판단하여 불꽃색일 경우 움직임 영역을 화재 의심 영역으로 판정하게 된다. 불꽃색은 조명의 변화나 연소물질에 따라 매우 민감하고 획득한 영상에서 정확한 불꽃색 영역을 인식하기란 쉽지 않다. 이러한 복잡한 문제의 해결을 위하여 본 논문에서는 다양한 실제 불꽃 색상 정보를 이용하여 퍼지 색상 필터를 설계하여 사용하고자 한다. 퍼지컬러필터는 다양한 조건에서 얻어진 불꽃색 정보를 퍼지 모델화 하고 이를 바탕으로 컬러필터를 구성하는 방법이다. 이때 퍼지 모델화를 위하여 사용된 불꽃색의 샘플은 그림 7과 같다.



그림 7. 불꽃색 샘플
Fig. 7. Flame color sample

퍼지 컬러 필터는 식(5)의 퍼지 규칙에 의하여 정의된다.

$$R_i : \text{IF } H \text{ is } M_{i1} \text{ and } S \text{ is } M_{i2} \text{ and } I \text{ is } M_{i3}, \quad (5)$$

$$\text{THEN } y_i(x) = a_i$$

식 (5)에서 전반부 변수 H, S, I는 HSI컬러 모델의 각각의 속성을 나타낸다. 이것은 제어대상 시스템의 현재 상태를 말하고, M_{i1} , M_{i2} , M_{i3} 는 각 색상에 해당되는 가우시안 소속 함수(Membership Function)를 나타낸다. 최종 퍼지 규칙의 최종 출력 $I(x)$ 은 식 (6)과 같다.

$$I(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^3 \mu_{M_{ij}}(x_j)) a_i}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^3 \mu_{M_{ij}}(x_j))} \quad (6)$$

여기서, $\prod_{j=1}^3 \mu_{M_{ij}}(x_j)$ 는 규칙의 적합도를 나타낸다.

최종적으로 퍼지 컬러 필터의 출력 $\hat{I}(x)$ 은 다음과 같은 결정 함수로 계산된다.

$$\hat{I}(x) = \alpha u(I(x) - I_{\min}) \quad (7)$$

여기서, $\hat{I}(x)$ 는 입력 픽셀이 x 일 때 컬러 필터가 적용된 픽셀이다. α 는 불꽃 영역을 위한 흑백 색상 값이며, I_{\min} 는 불꽃 영상으로 분류하기 위한 최소 임계값을 나타낸다. n 개의 학습을 위한 데이터 $D = [d^1, \dots, F_d^1, \dots, d^n, F_d^n]^2$ 가 주어졌을 때의 적합도 함수는 식 (8)과 같다.

$$\text{Fitness function} = \sum_{i=1}^n (\hat{F}(d^i) - F_d^i)^2 \quad (8)$$

여기서, F_d^n 는 i 번째 데이터의 출력이다. 퍼지 컬러 필터를 동정하기 위해서 유전 알고리즘을 이용한 색상 필터 동정 기법을 사용하였다[8]. 최종 동정된 퍼지 모델은 그림 8과 같다.

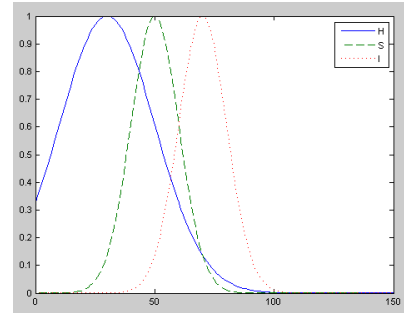


그림 8. 퍼지 컬러 필터의 소속 함수
Fig. 8. Membership function of Fuzzy color filter

움직임 영역 영상이 입력이 되면 최종 동정된 퍼지 컬러 필터를 이용하여 필터링 한다. 이때 불꽃색에 해당된다면 이를 화재 의심 영역으로 정의하고 다음 과정을 수행한다. 만약 움직임 영역이 불꽃색이 아닐 경우는 비화재 상황으로 판단한다.

3.5 히스토그램 분석을 이용한 화재 판단

3.5.1 불꽃의 특성 분석

불꽃의 동적 특성으로는 첫째, 불꽃의 중심부는 정적이며 불꽃의 외곽은 동적이다. 둘째, 화재발생시 확산은 되지만 위치변화가 크게 일어나지 않는다[6]. 본 단계에서는 불꽃의 동적 특성을 화재판단 변수로 설정하고 상기 입력된 화재의 심영상을 히스토그램 분석을 통하여 불꽃의 동적 특성과 일치여부를 판단하여 화재상황으로 판단하도록 한다.

3.5.2 히스토그램 분석

히스토그램 분석법은 객체인식을 위해 사용되는 일반적인 방법이다. 히스토그램 분석법은 크게 블록기반, 에지기반, 색상기반의 세 가지로 방법으로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 불꽃의 동적 특성과 움직임영역의 동적 특성을 비교 분석 하기 위하여 블록기반 히스토그램 분석법을 사용한다. 히스토그램 생성방법은 그림 9와 같다.

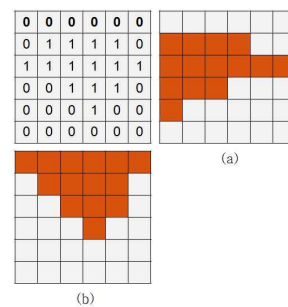


그림 9. 2차원 히스토그램
Fig. 9. 2D Histogram

그림 9에 의하면 이진 영상이 입력이 되면 이를 영상사이즈와 동일한 개수의 bin을 생성하여 수평-수직으로 해당 데이터의 수를 누적시켜 히스토그램을 생성함을 알 수 있다. 생성된 히스토그램의 예는 그림 10과 같다.

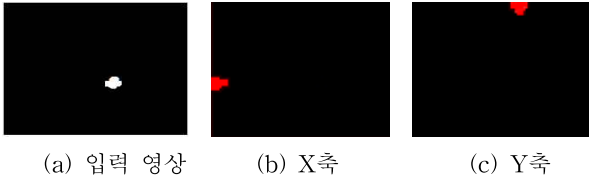


그림 10. 2차원 히스토그램 결과
Fig. 10. 2D Histogram result

히스토그램이 생성되면 수평 히스토그램 그림 10-(b)의 H_{max} , $H_{average}$ 값과 수직 히스토그램 그림 10-(c)의 W_{max} , $W_{average}$ 값을 이용하여 화재 여부를 판단한다. 판단 방법은 식 (9), 식 (10)과 같다.

$$\frac{W_{max}}{I_w} > \frac{V1_w}{I_w} \text{ or } \frac{H_{max}}{I_h} > \frac{V1_h}{I_h} \Rightarrow Fire \quad (9)$$

$$\frac{W_{average}}{I_w} < \frac{V2_w}{I_w} \text{ or } \frac{H_{average}}{I_h} < \frac{V2_h}{I_h} \Rightarrow Fire \quad (10)$$

이때 I 는 전체 영상의 크기를 나타내며 $V1$ 은 검출하고자 하는 불꽃에 대한 크기 변수이다. $V2$ 는 불꽃의 확산 변수이다. 식 (9)와 식 (10) 두 가지의 조건을 만족한다면 최종적으로 화재로 판단하게 된다.

4. 실험 및 결과 고찰

본 실험에 사용된 입력 영상은 704 X 480 size, 41만 화소, MPEG-4 코덱 기반의 칼라 모델, 수행속도는 18 frame/sec의 비디오 정보를 갖는 영상을 사용하였다. 그림 11은 입력받은 영상의 움직임 영역 추출에 대한 실험 결과를 나타낸다.

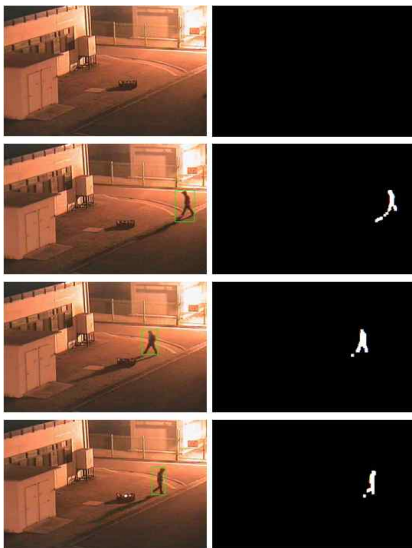


그림 11. 움직임 영역 추출 결과
Fig. 11. Motion detection results

그림 11에 의하면 인간의 움직임을 비교적 정확히 추출

해 낼 수 있다. 그림 12는 제안한 알고리즘을 이용한 움직임 영역에 대한 화재 판단 결과를 나타낸 그림이다.

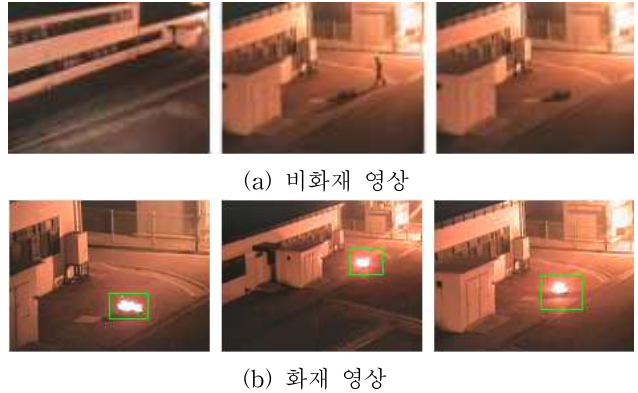


그림 12. 화재검출 알고리즘 실험 결과
Fig. 12. Fire detection algorithm experimental results

실험 결과 실제 화재 영상인 그림 12-(b)영상에서 화재를 안정적으로 검출한 모습을 볼 수 있다. 이때 화재 상황에 대해 지능적으로 대처하기 위하여 관리자 또는 사용자에게 경고 메시지를 나타내는 무인 감시 시스템은 그림 13과 같다.



그림 13. 감시 시스템의 최종 결과
Fig. 13. Monitoring system results

5. 결 론

본 논문에서는 영상기반 불꽃특성을 이용한 지능형 무인 화재감시 시스템을 제안하였다. 컬러 CCD카메라를 이용하여 입력받은 영상을 분석하여 비-화재의 여부를 판단하고 화재상황으로 판단될 경우 판단 및 대처하는 과정을 갖는다. 이를 위하여 첫 번째 단계로 배경모델링 기법을 통하여 영상내의 움직임 영역을 추출한 다음 모폴로지 기법을 통하여 추출된 영상내의 잡음을 제거하였다. 두 번째 단계로는 잡음이 제거된 움직임 영역을 불꽃색상 샘플을 이용하여 동정된 퍼지 컬러 필터를 이용하여 화재의심영역에 대하여 비교판단하고 화재의심영역으로 판단될 경우 이를 다시 한 번 히스토그램 분석을 통하여 불꽃의 동적 특성과 비교하여 비-화재영역에 대한 최종판단을 내렸다. 또한 화재상황으로 판단될 경우 사용자 또는 관리자에게 경고메시지를 발송함

으로 지능형 무인 감시 시스템의 형태로 구현하였다. 마지막으로 고정된 컬러 CCD 카메라를 이용하여 획득한 영상을 통하여 실제 화재상황을 재연한 결과 실제 응용 가능성을 증명하였다.

참 고 문 헌

- [1] D. M. Gavrila and L. S. Davis, "Towards 3D model based tracking and recognition of human movement: a multi view approach", *Int. Workshop on Face and Gesture Recognition*. Vol 16, pp. 272-277. 1995.
- [2] N. Fujiwara and K. Terada, "Extraction of a Smoke Region Using Fractal Coding," *Int. Sym. on Communications and Information Techno- log- ies*, pp. 659-662. 2004.
- [3] F. G. Rodriguez, "Smoke monitoring and meas- urement using image processing. application to forest fires," *Proceedings of SPIE* Vol.5094, pp. 404-411, 2003.
- [4] B. U. Toreyin, "Wavelet-based real-time smoke detection in video," *Signal Processing: Image Communication, EURASIP*, Vol. 20, pp. 255-26. 2005.
- [5] C. B. Liu and N. Ahuja, "Vision-based fire de- tection," *IEEE Int. Conf. on Pattern Recognition*, pp. 234-238, 2004, 8.
- [6] W. Phillips III, "Frame recognition in video" In *Fifth IEEE Workshop on Applications of Computer Vision*. pp. 224-229. 2000.
- [7] Z. Li, Y. Yang, and W. Jiang, "Multi-scale mor- phologic tracking approach for edge detection" *IEEE 4th Inter. Conf. on Image and Graphics*, pp.358-362, 2007, 8.
- [8] G. Louverdis, I. Andreadis, and P. Tsalides, "A new fuzzy model for morphological colour image processing", *IEE Proc. Vision Image Signal Process*, Vol. 149, pp 129 - 139, 2002, 4.
- [9] R. Collins, A. Lipton and T. Kanade, "Introduction to the special section on video surveillance." *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*. Vol. 22 Issue 8. pp. 745-746. 2000, 8.

저 자 소 개



전형석 (Hyoung Seok Jeon)

2010년 : 군산대학교 전자정보공학부 졸업
2010년~현재 : 동 대학원 전자정보공학부 석사과정

관심분야 : 지능형 로봇, 인간-로봇 인터랙션, 보안 감시 시 스템, 지능제어.

Phone : 063-469-4706

E-mail : mnxcbv@mnxcbv.co.kr



염동희 (Dong-Hae Yeom)

1998년 : 동아대학교 전자공학과 졸업 (공학사)

2001년 : 한양대학교 전자통신전파공학부 졸업 (공학석사),

2006년 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 졸업 (공학박사),

2006년 3월~2009년 4월 : 삼성전자 책임연구원, 현재 군산대 학교 Post BK21 지능형임베디드 인력양성사업팀 연구교수

관심분야 : 비선형시스템 이론 및 스위칭 제어.

Phone : 063-469-4706

E-mail : flyht@korea.com



주영훈 (Young Hoon Joo)

제 20권 2호(2010년 4월호) 참조