

RED Filtering과 Mask Matching을 이용한 화재위치 인식 Recognition of Fire Position and Region using RED Filtering and Mask Matching

백동현[†] · 김장원*

Dong-Hyun Baek[†] · Jang-Won Kim*

경원전문대학 소방시스템과, *경원전문대학 정보통신과
(2005. 10. 27. 접수/2005. 12. 19. 채택)

요 약

본 논문에서는 방법 및 보안설비로 설치된 CCD카메라로 화재가 발생한 지역의 영상을 획득하였을 때, 빠른 시간안에 화재 발생위치를 인식하고 경보를 발령할 수 있는 시스템을 연구하였다. 화재발생 지역 중 불꽃부위만을 효과적으로 추출할 수 있는 방법으로 RED Filtering법을 제안하였고, 불꽃부위 경계를 추출하기 위하여 2치영상기법을 적용하였으며, Mask추출과 정합을 이용하여 화재가 발생한 위치 및 지역을 인식할 수 있도록 하였다. 실험결과, 불꽃과 복잡한 경계부분도 효과적으로 추출되었으며 원영상과의 정합을 통해 화재 발생위치를 효과적으로 인식하여 제안한 알고리즘의 타당성을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we studied fire position recognition and alarm system when we acquired CCDcamera image of fire region and position. We proposed effectively extraction system of boundary of fire region using RED Filtering, and applied 2-graylevel image method to fire boundary extraction. Finally we can make system of fire position and region using mask extraction and matching for fire recognition. For the purpose of experiment result, we effectively recognized that the fire occurrence position and region have steadily spread.

Key words : Fire detection, CCDcamera image, RED Filtering, 2-graylevel image method, Mask matching

1. 서 론

현대의 대형화·복합화된 건축물은 불특정다수인이 이용하는 공간이나 활동의 편리나 안전을 위한 설비공간들이 있다. 이중 직접적인 생활공간이 아닌 건물 내부공간이나 주차시설에는 화재를 감지하고 경보할 수 있는 시설외에 방법과 도난방지를 위한 설비들이 설치되어 있으며 다양한 형태나 기능을 가지고 독립적으로 운용되고 있다.

모든 안전사고는 사전에 예방하는 것이 최선의 대책이나, 사고 후의 대처방법에 따라 피해의 차이가 매우 크다. 특히 화재는 조기에 이를 감지하여 인명을 대피시키고 소화할 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다. 화재발생을 감지하는 화재감지기는 화재가 발생하였을

때 신속하게 응답하여야 할뿐만 아니라 고도의 신뢰성과 화재 및 다수의 상이한 형태의 자극을 식별할 수 있는 능력을 갖추고 있어야 한다. 일반적으로 사용되고 있는 기존의 화재감지기는 화재에 의하여 발생하는 열을 감지하는 열감지기와 연기를 감지하는 연기감지기, 파장을 감지하는 불꽃감지기 등이 있다. 이와 같은 화재감지기는 화재감지기로써 갖추어야 할 특성들이 특별하게 규정되어 있으며 화재를 감지한 신호를 제어부에 전달함으로써 화재를 표시해 주기만 한다. 그러나, 이러한 화재신호는 전자파, 감지특성 등에 따라 오동작하는 사례가 발생하여 신뢰성 저하의 원인이 되고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위한 방안으로 방법 및 도난방지를 위해 주로 활용되는 CCD(Charge Coupled Devices)카메라에 화재발생지역의 영상을 검출하여 화재유무를 판별하게 할 필요가 있다.

화재경보설비는 도난경보설비와 더불어 보안산업에

[†]E-mail: dhbaek@kwc.ac.kr

서 중요한 안전설비이다. 우리나라에서도 도난방지산업은 Home Automation System이나 Building Automation System의 도입과 국민의 안전욕구 향상에 따라 그 수요가 증가하고 있는 추세이다. 그러나 근래에 사용되는 화재경보설비는 포괄적인 화재발생 위치만을 경보할 수 있고, 시각적인 효과가 배제되어 있어 거주자들의 효과적인 피난을 유도하기 위해서는 음성으로 하여야 한다. 특히 화재가 기류를 타고 이동하게 될 경우 그 경로를 예측하여 거주자들의 효과적인 피난경로를 정보하기에는 한계가 있다^{1,3)}.

이러한 문제점들을 극복하고, 경제적 효과도 도모하기 위하여 대부분의 건물에 설치되어있는 CCD카메라가 방법과 도난방지기능 및 화재감지와 경보 발령기능을 갖게 하는 것이 효율적인 시스템일 것이며, 송신된 영상을 통하여 화재의 정확한 위치를 확인할 수 있게 함으로써 화재감지의 신뢰성과 대피를 위한 성능을 크게 향상시킬 수 있을 것이다.

따라서 이러한 경제적 효과를 제고하고 효율적인 방법과 도난방지, 그리고 화재경보시스템으로 이루어지는 복합시스템을 구현하기 위하여 이미 설치되어 있는 CCD카메라의 영상신호를 입력신호로 받아들여 RED Filtering, 불꽃경계추출, Mask Matching 기능과 같은 영상신호처리방법을 활용하여 화재가 발생한 위치 및 영역을 인식하는 방법에 대하여 논하고자 한다.

2. 이 론

2.1 RED Filtering

빛의 3요소는 Red, Green, Blue이며 특히 화재가 발생하였을 경우 일반적으로 화염에는 Red요소가 가장 많이 분포한다. 따라서 주변 및 배경영상과 화재가 발생한 불꽃을 적절히 분할하기 위해서는 RED Filtering을 해야 한다.

이를 위해 취득한 원영상으로부터 Green요소와 Blue요소를 제거하고, 남은 Red 요소 중에서 그 빛의 밝기가 256 level일 경우 Threshold 값을 200으로 주어 200미만보다 어두운 색은 불꽃으로 보지 않고, 200이상의 밝기일 경우만 불꽃으로 간주하여 불꽃부위만을 적절히 분할하였다^{4,6)}.

2.2 2치영상을 이용한 불꽃부위 경계검출

2.2.1 2치영상

효과적인 화재영상인식을 위하여 화재영상으로부터 불꽃의 특징이 있는 불꽃부위만을 분할하여야 한다. 그러나 이미 RED Filtering으로 추출한 컬러 영상에서는

그 경계가 다양한 색상으로 애매모호하여 적절하게 경계를 추출할 수가 없다. 따라서 그 경계를 추출하기 위해서는 단순한 흑백영상으로 바꾸어, 그 영상으로부터 2치화된 영상을 추출할 수가 있다. 본 연구에서는 이미 불꽃영상 부위만을 추출하기 위하여 컬러영상에서 RED Filtering 할 때, Threshold를 200 level로 주었으므로 불꽃과 불꽃이 아닌 그 주변영상과의 구분은 되었지만, 경계가 명확한 흑백 2치영상을 얻기 위하여 graylevel 영상으로 치환한다. 이 때 Threshold값을 100으로 하면 불꽃의 경계가 불꽃의 중심에만 국한되지 않는, 충분히 화재로 인식할 수 있는 경계까지 흡수할 수 있다^{7,8)}.

2.2.2 불꽃부위 경계검출

2치화된 영상으로부터 불꽃부위만을 분할하기 위해서 2치영상으로부터 현재 화소와 주변화소를 비교하여 경계를 검출하였다. 2치영상으로부터 경계만을 검출하기 위하여 0부터 255로 되어 있는 총 256화소에서 현재화소(Current Pixel:CP)의 값이 0일 때, 수직·수평방향으로 4개의 주변화소(Neighborhood Pixel:NP)가 하나라도 255의 값을 갖는다면 CP를 자동으로 경계화소로 결정한다. 또한 CP의 값이 0과 255를 갖는 것과 상관없이 4개의 NP값과 동일하다면 CP는 경계화소가 아닌 것으로 결정하는 경계검출 알고리즘을 제안하였다. 마찬가지로 이 알고리즘은 CP의 값이 255일 경우에 대해서 4개의 주변화소 NP의 값이 하나라도 CP의 값과 동일한지의 여부를 판단하여, CP가 경계화소인지 아닌지를 판단한다⁹⁾.

Fig. 1은 경계검출을 위한 하한값인 현재화소 CP와 주변화소들의 관계를 나타낸 것이다. 현재화소 CP를 기준으로 좌우상하에 4개의 주변화소 NP를 설정한다. CP의 좌표는 $P(x, y)$ 이고, 주변화소 NP의 좌표들은 CP

	NP(1) $P(x, y-1)$	
NP(3) $P(x-1, y)$	CP(4) $P(x, y)$	NP(5) $P(x+1, y)$
	NP(7) $P(x, y+1)$	

Fig. 1. Relation of current pixel CP and neighborhood pixel NP.

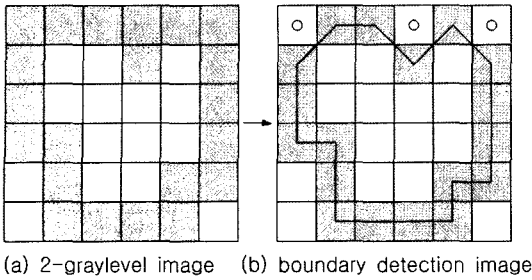


Fig. 2. Boundary detection from 2-graylevel image using boundary detection algorithm.

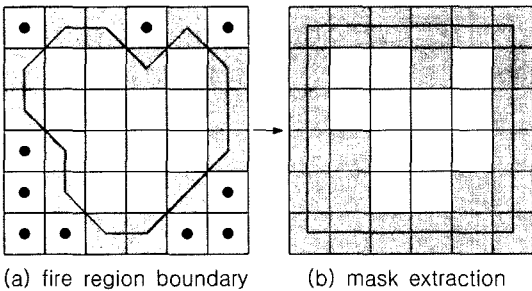


Fig. 3. Mask extraction from fire region boundary.

의 x 와 y 가 좌우상하로 한자리씩 이동된 좌표이다.

Fig. 2는 2치영상으로부터 경계를 검출하는 과정을 나타낸 것이다. 경계가 검출된 Fig. 2(b)에서 「○」 표시가 된 화소는 제안한 경계검출 알고리즘에 의하여 경계가 아닌 화소로 추정하여 일반영역의 화소값 255로 치환되고, 굵은 선으로 표시한 폐곡선은 추출된 경계화소들의 연결을 나타내고 있다.

2.3 Mask추출과 정합에 의한 화재위치 인식

불꽃부위 마스크는 추출된 불꽃부위 경계에서 불꽃의 특징을 포함하고 있는 영역을 기준으로 2개의 X축 절편값과 2개의 Y축 절편값을 이용하여 불꽃이 있는 부위만을 Masking 한다. 획득한 마스크를 화재가 발생한 영상에 정합시킴으로써 화재발생위치를 인지하고 신호를 전송할 수 있다. Fig. 3은 추출된 불꽃경계를 기준으로 마스크를 만드는 과정을 나타낸 것으로 「●」 표시가 되어있는 화소는 불꽃의 특징을 포함하는 영역이 아니므로 경계화소와 동일한 화소값으로 치환되며 이를 이용하면 마스크에 해당하는 Window를 획득할 수 있다. 획득한 Window Mask를 화재가 발생한 원영상에 정합시킴으로써 화재가 발생한 위치를 확인하고 신호를 전송하면 화재발생 경보를 울릴 수가 있다¹⁰⁾.

3. 실험 및 고찰

3.1 RED Filtering

화재영상의 경우 일반적인 영상의 경우와 다르게 화재 발생지역의 color를 분석하여 보면 빛의 3요소중 Red요소가 집중적으로 분포되어 있음을 알 수 있다. 이것은 화재가 발생한 지역과 발생하지 않은 지역을 나눌 수 있는 매우 중요한 근거가 됨으로 원영상으로부터 Green요소와 Blue요소를 제거한다. 일반적으로 불꽃영상의 경우 화재로 인식될 수 있는 빛의 세기는 256 계조 중에서 Threshold(TH)값이 200이상인 경우이므로 TH값을 200으로 하였다. 이 값 이하의 경우는 다양한 형태의 반사 빛이나 붉은색의 물체도 불꽃으로 추출되어 정확한 인식을 수행하기 어렵기 때문이다. 이와 같이 하였을 때 Fig. 4의 원영상에서 Fig. 5의 불꽃부위만을 나타내는 결과를 얻은 것이다.

3.2 2치영상을 이용한 불꽃부위 경계검출

RED Filtering을 통한 영상은 여전히 color값과 56 계조의 빛의 밝기를 포함하고 있는 영상이므로, 효과적으로 불꽃부위 경계를 검출하기는 어렵다. 따라서 color영상을 단순 흑백영상인 graylevel로 치환한 다음, 그 영상으로부터 효과적인 2치영상을 추출할 수가 있다.

Fig. 6은 RED Filtering된 Fig. 5를 graylevel영상으로 바꾼 것이고, Fig. 7은 TH값을 100으로 주었을 때, 추출된 2-graylevel 영상이다. 특히 실험영상에서 불꽃뿐만 아니라 불꽃의 반사빛에 의하여 이루어지는 지역도

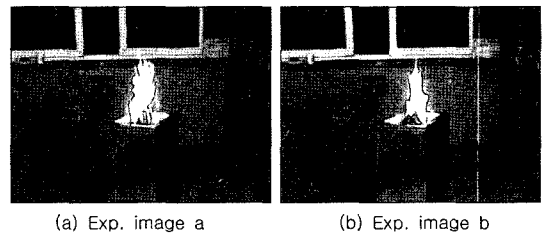


Fig. 4. Fire image.

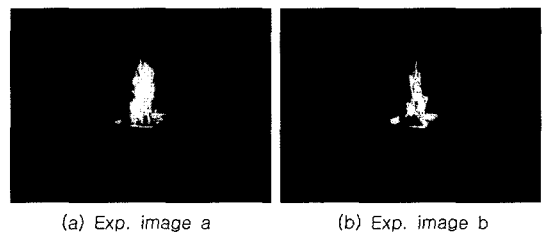


Fig. 5. RED filtering image.

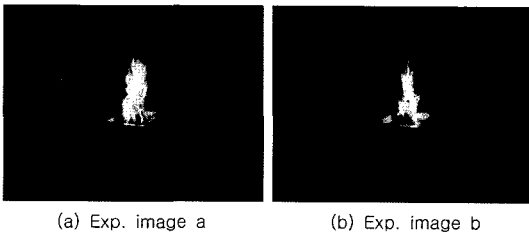


Fig. 6. Graylevel image

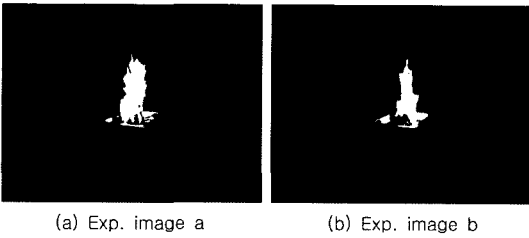


Fig. 7. 2-graylevel image.

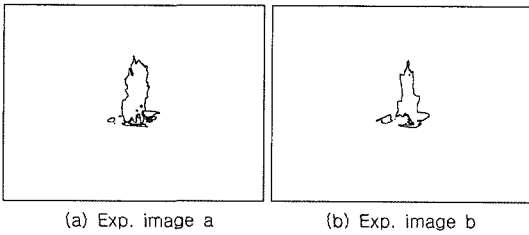


Fig. 8. Boundary detection image.

불꽃의 경계 안으로 편입되어 불꽃으로 인식되는 경우도 있었으나, 실제 불꽃의 위치와 매우 가까운 위치이므로 큰 문제는 되지 않았다.

Fig. 8은 제안한 알고리즘을 이용하여 Fig. 7로부터 추출한 불꽃부위 경계영상이다. Fig. 8(b)의 영상에서 볼 때, 불꽃부위 경계가 비교적 단순하게 검출되었지만, Fig. 8(a)의 불꽃 부위 하단부 경계부분은 매우 복잡하게 검출되었다. 불꽃의 특성상 한군데에서 발화되었다 하더라도 시간경과와 현장상황에 따라 여러군데로 불꽃이 이동할 수 있으며, 독립된 폐곡선 군도 동일한 불꽃부위로 인식할 필요가 있다. 따라서 독립된 작은 폐곡선 부위도 하나의 불꽃부위로 보고 제거하지 않았다. 발화된 이후 충분한 시간이 흘러 최초 발화점으로부터 상당한 거리를 갖게 되는 여러개의 불꽃이 발생할 경우는 각각의 독립된 폐곡선을 하나의 불꽃으로 볼 수 있다.

3.3 Mask추출과 정합에 의한 화재위치 인식

불꽃부위 마스크추출을 위하여는 추출된 2치영상의

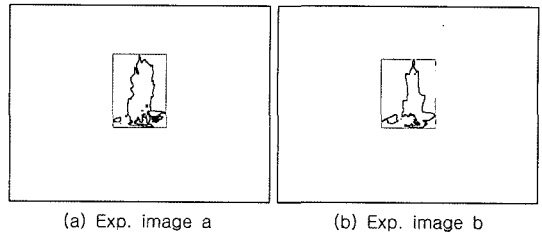


Fig. 9. Mask extraction image

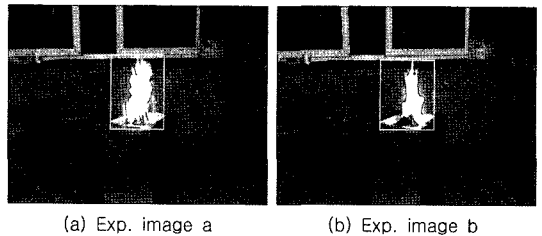


Fig. 10. Mask matching and fire region recognition.

index(0, 0)으로부터 우측방향으로 스캔을 통하여 최초로 만나는 graylevel값이 255일 때 그 위치를 첫 번째 Y절편값으로 취한다. 두 번째 Y절편값은 index(255, 255)로부터 좌측으로 스캔하여 최초로 만나는 graylevel값이 255일 때 그 위치로 얻는다. 2개의 X절편과 Y절편과 마찬가지로 index(0, 0)에서 아래로 스캔하고, index(255, 0)에서 아래로 스캔하여 2개의 X절편값을 획득할 수 있다. 이렇게 하여 얻어진 절편값으로 이루어지는 사각형 마스크가 만들어진다.

Fig. 9는 Fig. 8 영상으로부터 제안한 마스크 추출 알고리즘을 적용하여 불꽃부위 마스크를 추출한 결과영상이다. Fig. 10은 추출된 마스크를 원영상에 정합하여 화재위치와 영역을 인식한 영상으로 대피자에게 화상을 통하여 전달할 수 있음을 확인하였다. 실험에 사용한 불꽃 영상은 총 10개로, Fig. 11은 위에서 사용된 「Exp. image a」와 「Exp. image b」를 제외한 8개의 불꽃영상이며, 동일한 실험을 적용하여 불꽃의 크기가 다양하게 변화해도 효과적으로 인식함을 알 수 있었다.

4. 결 론

최근 폐쇄회로의 CCD카메라를 이용한 방법 및 보안 시스템의 수요가 높아지고 있으며 그러한 장소에서 화재가 발생했을 때, CCD카메라를 이용하여 불꽃을 화상으로 인식하고 화재정보를 발령할 수 있는 시스템의 개발이 시도되고 있다. 본 논문은 이미 설치되어 있는 방법 및 보안 시스템인 CCD카메라를 활용하여 효

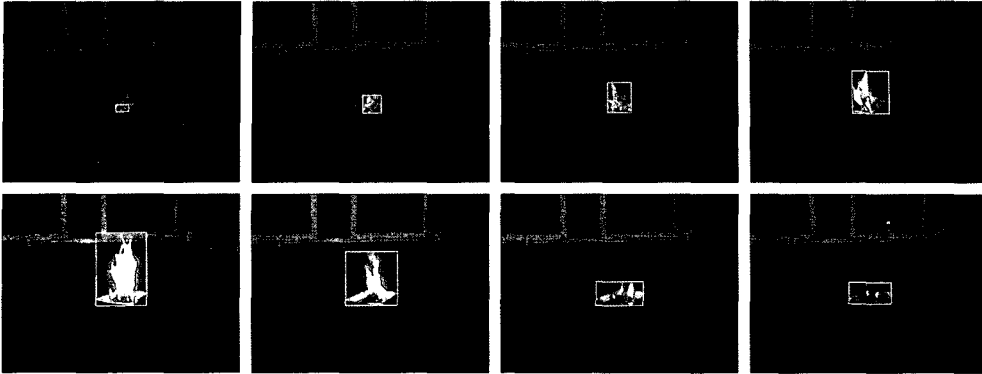


Fig. 11. Images of fire region recognition

과적으로 화재를 인식하는 시스템을 제안한 것이다. 따라서 본 연구에서는 효율적인 화재인식을 위하여 입력 영상신호로부터 불꽃부위만을 분할하는 RED Filtering 방법, 분할된 불꽃부위로부터 마스크를 추출하고 불꽃부위를 인식하는 방법을 제안하였고, 이 방법으로 화재영상에 대한 인식을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 화재가 발생한 입력영상에 대하여 RED Filtering을 수행한 결과 불필요한 배경영상은 적절히 제거되고 불꽃이 포함되어 있는 부위가 효과적으로 추출되었다. 불꽃이 발생하여 그 주변의 물체에서 반사되는 영역까지 불꽃영역으로 추출되었지만 실제 불꽃발생 위치와의 거리가 가까워 모두 불꽃으로 분할되었다.

2. RED Filtering된 영상으로부터 2치영상을 추출한 결과 그 경계가 효과적으로 나타나는 결과를 얻을 수 있었다. 2치영상으로부터 제안한 방법을 이용하여 경계검출을 수행한 결과, 특히 복잡한 경계를 이루는 불꽃의 하단부에서 효과적으로 경계가 추출되었음을 알 수 있었다.

3. 제안한 알고리즘에 따른 방법의 효과와 Threshold (TH) 값이 200이상인 경우 적정한 화재인식이 가능한 화상을 획득할 수 있음을 확인하였다.

4. 2치영상으로부터 추출된 마스크는 불꽃의 부위를 정확하게 Masking 하였으며, 원영상과의 정합을 통하여 화재 발생 위치를 효과적으로 인식할 수 있었다. 실제 실험에 사용된 실험영상 10개를 모두 인식하였으며, 불꽃의 크기 변화에 민감하게 마스크가 변하여 화재 발생영역을 모두 인식하였다.

본 논문은 방법 및 보안시설로 많이 사용되고 있는 CCD카메라의 영상을 화재발생 인식시스템으로의 활용을 위한 것이다. 앞으로 CCD카메라의 영상을 처리하여 화재감지 및 화재 경보시스템으로의 활용이 기대되

며, 실시간으로 화재의 이동을 추적할 수 있는 시스템의 개발에 기초가 될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 백동현, 김기화, “계층적 Fuzzy 감지기에 대한 연구”, 한국화재소방학회지, Vol 10. No. 3(1996).
2. 백동현, “퍼지 화재감지기의 Hardware 구성에 관한 연구”, 서울소방학교 소방연구 논문집, 제2호(2001).
3. 백동현, “다기능형 화재감지기 베이스회로 개발”, 한국화재소방학회 추계학술논문집 (2003).
4. Rafael C. Gonzalez, “Digital Image Processing”, Addison-Wesley Publishing Company, pp.468-476 (1992).
5. Anil K. Jain, “Fundamentals of Digital Image Processing”, Prentice-Hall International, pp.267-304 (1989).
6. 정민영, 박성환, “저해상도 칼라영상의 색상정보와 에지정보를 이용한 배경분리”, 대한전 자공학회 신호처리소사이어티 추계학술대회논문집, pp.39-42(2003).
7. Canny J., “A Computational Approach to Edge DEtection”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Vol. PAMI-8, No.6, pp.679-698(1986).
8. Q. Huang, B. Dom, and D. Steele, “Foreground/ Background Segmentation of Color Images by Inegration of Multiple Cues”, International conference image processing, Vol. 1, pp.246-249(1995).
9. A. Markov, J. A. Vesin, and M. Kunt, “Intrusion Detection using Extraction of Moving Edges”, Computer Vision & Image Processing., Proceedings of 12th IAPR International Conference, Vol. 1, pp.804-807(1994).
10. 김상현, 박래홍, “효율적인 비디오 시퀀스 정합 알고리즘”, 대한전자공학회논문지SP, 제41권 5호, pp.45-52(2004).