



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0109671
(43) 공개일자 2014년09월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2006.01) G08B 17/10 (2006.01)
H04N 7/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0023935
(22) 출원일자 2013년03월06일
심사청구일자 2013년03월06일

(71) 출원인
대구대학교 산학협력단
경상북도 경산시 진량읍 대구대로 201 (대구대학교)
(72) 발명자
도용태
대구광역시 수성구 청수로 551 (만촌동, 만촌우방
팔레스) 104동 1406호
박재형
경북 경산시 진량읍 초원길 53-4, 104동 408호 (초원장미타운)
(74) 대리인
이덕록

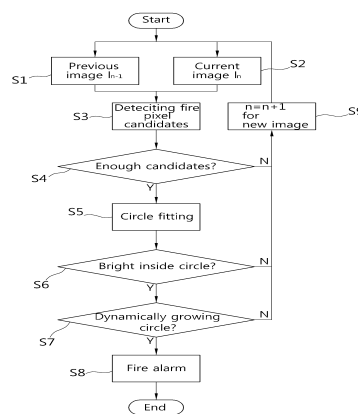
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법**

(57) 요약

본 발명은 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법에 관한 것으로, 이전 영상 획득단계(S1단계)와; 현재 영상 획득단계(S2단계)와; 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)와; 화재 후보 화소 판단단계(S4단계)와; 화소 분포 모델링 단계(S5단계)와; 화소 밝기 판단단계(S6단계)와; 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)와; 화재 경보단계(S8단계) 및; 새로운 영상 획득단계(S9단계)로 이루어져 현재까지 다양한 형태로 설치되어 있는 흑백 및 색채 CCTV의 명암 영상신호(gray image signal)을 이용하여 저비용으로 화재 감시 기능을 구현할 수 있고, 흑백영상에서 화재를 감지하므로 컬러 카메라뿐 아니라, 성능이 낮거나 오래되어 컬러 기능이 좋지 않거나, 아예 흑백인 경우에도 채용할 수 있어 카메라의 종류나 실내, 외 장소와 날씨, 시간 등 환경에 영향을 받지 않고 화염들을 효과적으로 검출할 수 있어 현재 세계 각국에서 사용되고 있는 CCTV에 쉽게 적용하여 CCTV의 기능을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 색 신호 감지나 연기 감지 기술과 함께 사용하여 정확성과 신뢰성을 높이는 화재감지 기술에 적용할 수 있는 각별한 장점이 있는 유용한 발명이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NIPA-2012-H1502-12-1002
부처명	지식경제부 및 정보통신산업진흥원
연구사업명	융복합 로봇 전문 인력 양성사업
연구과제명	로봇비전연구의 한계상황 돌파를 위한 핵심기술개발
기여율	1/1
주관기관	포항공과대학교 산학협력단
연구기간	2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

이전 영상(I_{n-1})을 획득하는 이전 영상 획득단계(S1단계)와; 카메라로 실시간 촬영하여 현재 영상(I_n)을 획득하는 현재 영상 획득단계(S2단계)와; 상기 이전 영상(I_{n-1})과 현재 영상(I_n)으로부터 화염의 가장자리 화소를 검출하는 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)와; 상기 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)에서 검출된 화재 후보 화소가 화재 후보 화소로 충분한지의 여부를 판단하는 화재 후보 화소 판단단계(S4단계)와; 화재 후보 화소로 충분한 화재 후보 화소의 분포를 원으로 모델링하는 화소 분포 모델링 단계(S5단계)와; 상기 화소 분포 모델링 단계(S5단계)에서 모델링된 원 내부의 화소 밝기가 임의의 문턱값 이상의 밝기 인지를 판단하는 화소 밝기 판단단계(S6단계)와; 모델링된 원의 성장 여부를 판단하는 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)와; 화재를 경보하는 화재 경보단계(S8단계) 및; 상기 화재 후보 화소 판단단계(S4단계)에서 검출된 화재 후보 화소가 화재 후보 화소로 불충분하거나, 상기 화소 밝기 판단단계(S6단계)에서 모델링된 원 내부의 화소 밝기가 임의의 문턱값 미만의 밝기 이거나, 상기 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)에서 원의 성장이 없는 것으로 판단한 경우 새로운 영상을 획득하는 새로운 영상 획득단계(S9단계)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)에서의 화재 후보 화소의 검출은 하기 수학적 1의 평가 함수(p_n)로 검출하는 것을 특징으로 하는 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법.

$$p_n(x, y) = r_n(x, y) \frac{|I_n(x, y) - I_{n-1}(x, y)|}{\max_{1 \leq x \leq R, 1 \leq y \leq C} (|I_n(x, y) - I_{n-1}(x, y)|)}$$

수학적 1 :

여기서, R은 영상의 행의 최대의 수, C는 영상의 열의 최대의 수, (x, y)는 화소의 좌표, I는 영상 프레임, n은 영상 프레임의 순서를 각각 나타내고, r_n은 아래의 수학적 2로 정의된다.

$$r_n(x, y) = \exp(-k(S_{n-1}(x, y) + S_n(x, y) - 1)^2)$$

수학적 2 :

상기 수학적 2에서 S_n은 아래의 수학적 3과 같다.

$$S_n(x, y) = \frac{1}{1 + \exp(-(aI_n(x, y) + b))}$$

수학적 3 :

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 화소 분포 모델링 단계(S5단계)에서 모델링하는 원의 중심점(u, v)과 반지름(ρ)은 하기 수학적 4, 5로 구하는 것을 특징으로 하는 색채 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법.

$$u = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \left(\frac{p(x_i, y_i)}{\sum_{j=1}^N p(x_j, y_j)} \right)}{\sum_{j=1}^N p(x_j, y_j)} \quad v = \frac{\sum_{i=1}^N y_i \left(\frac{p(x_i, y_i)}{\sum_{j=1}^N p(x_j, y_j)} \right)}{\sum_{j=1}^N p(x_j, y_j)}$$

수학적 4 :

$$\rho = \left(\sum_{i=1}^N ((x_i - u)^2 + (y_i - v)^2) \left(\frac{p(x_i, y_i)}{\sum_{j=1}^N p(x_j, y_j)} \right) \right)^{\frac{1}{2}}$$

수학식 5 :

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)에서 아래의 수학식 6, 7, 8로부터 c 값을 구하고, c 값이 계속 증가하는 경우 모델링된 원의 성장인 경우로 판단하여 화재로 인한 화염이 존재한다고 판정하는 것을 특징으로 하는 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법.

$${}^u\mu_n = \frac{1}{T} \sum_{i=n-T+1}^n (R - u_i) \quad {}^\rho\mu_n = \frac{1}{T} \sum_{i=n-T+1}^n \rho_i$$

수학식 6 :

$${}^u\sigma_n = \left(\frac{1}{T} \sum_{i=n-T+1}^n (R - u_i)^2 - ({}^u\mu_n)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad {}^\rho\sigma_n = \left(\frac{1}{T} \sum_{i=n-T+1}^n \rho_i^2 - ({}^\rho\mu_n)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

수학식 7 :

$$C_n = {}^u\mu_n + {}^u\sigma_n + {}^\rho\mu_n + {}^\rho\sigma_n$$

수학식 8 :

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 카메라로부터 입력되는 영상 정보를 이용하여 영상 내부에 존재하는 화염을 검출하는 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 흑백 카메라로 촬영된 영상 내에서 화소의 밝기와, 화염의 깜박이는 특성과, 위로 번져가는 특성을 이용하여 연속 영상에서 다양한 형태를 갖는 화염들을 효과적으로 검출하는 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 화재(fire)는 가연성 물질이 공기 중의 산소와 산화반응을 일으키면서 열과 빛을 발생시키는 산화 현상을 가리키며, 화염(flare)은 불이 기체의 상태에서 발광하는 것을 가리킨다.
- [0003] 화염(flare)은 냉염(Cool flame)과 열염(Hot flame)으로 구분된다. 냉염(Cool flame)은 산화반응의 중간단계로서 반응물질의 일부에 에너지 방출이 있을 뿐이고 발광이나 발열이 적지만, 열염(Hot flame)은 대부분의 에너지를 방출한다.
- [0004] 플라스마(Plasma) 상태는 고체, 액체, 기체 상태와 달리 원자나 분자로 된 기체가 에너지를 받아 이온화된 입자들이 만들어지게 되며, 이때 양이온의 수와 전자를 포함한 음전하를 띤 입자의 수가 거의 같아져 전기적으로 중성에 가까운 상태를 갖는다.
- [0005] 불은 여러 가지 연소반응에 의해서 나타나며, 열(heat), 연기(smoke), 연소 가스(combustion gas, 복사(radiation) 등의 형태로 표출된다.
- [0006] 빛은 열복사의 형태로 방출되는데, 빛은 화염의 온도에 따라 각각 특성이 다른 파장을 가진다. 이러한 파장의 차이로 인해 화염으로 나오는 광원은 자외선, 가시광선, 적외선 등 파장의 영역이 다른 3가지로 대별된다.
- [0007] 불꽃 감지기는 빛의 광자(photon) 적인 특성으로 인해 해상도가 높은 광 분석기를 사용하여 각각의 광원을 인식하고 화재의 형태에 따라 광원을 식별한다.
- [0008] 현재 대부분의 화재 감시 시스템은 적외선센서, 광학센서, 이온센서 등을 이용하여 화재로부터 발생하는 연기, 열, 복사에너지 등을 감지하도록 설계되었다.
- [0009] 하지만, 종래의 화재 감시 시스템은 일정량 이상의 연기 또는 일정 온도 이상의 온도를 감지하여 화재발생 여부를 판단해야 하는데, 이 경우 화재가 발생한 후 화재 범위가 광범위하게 확산된 이후 많은 양의 연기가 발생하

거나 온도가 충분히 상승된 상태에서 화재의 발생을 감지하게 되어 화재 발생에 따른 신속한 대응이 이루어 지지 못하는 문제점이 있었다. 또한 발화점과 센서장치가 근거리에 위치하여야 감지 가능한 문제도 있다.

[0010] 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 개발된 종래의 화염 검출기술로서, 특허공개번호 제2011-0138444호의 "영상처리를 이용한 연기 및 화염 감시 방법 및 장치"가 공개특허공보에 개시되어 있다.

[0011] 상기 "영상처리를 이용한 연기 및 화염 감시 방법 및 장치"는 연기(smoke) 또는 화염(flame)에 대해 촬영된 화재 영상(fire image)을 입력받는 영상데이터 입력 단계; 상기 화재 영상(fire image)을 분해하여 R(Red), G(Green), B(Blue) 원색 영상 및 휘도(luminance), 색차(Chrominance) 성분의 색상 정보를 갖는 Y, Cb, Cr 색차 영상을 형성하는 색 공간 분해 단계; 상기 R(Red), G(Green), B(Blue) 원색 영상 또는 상기 Y, Cb, Cr 색차 영상을 분석하여 연기 및 화염의 존재 여부를 판단하는 연기 및 화염 존재 판단 단계; 및 연기 또는 화염이 존재한다고 판단한 경우 연기 또는 화염에 관한 경보(alarm)를 발생시키는 연기, 화염 발생경보 출력단계로 이루어져 연기 및 화염의 발생여부를 정확히 판단하고, 그 결과에 따른 화재의 발생여부를 신속하게 관리자에게 통보할 수 있는 것이다.

[0012] 그러나 상기한 종래의 "영상처리를 이용한 연기 및 화염 감시 방법 및 장치"는 영상만으로 화재를 식별하는 기술로서, 색채(color) 신호 기반 기술이고(비특허문헌 1), 이 경우 장소와 날씨, 시간에 따라 변화하며, 영상장치별로 색채의 특성이 상당히 변화하는 등의 현실적 문제점이 있을 뿐만 아니라 과거에 설치되었던 많은 흑백 CCTV를 채용할 수 없고 또한 노후화 등의 이유로 색채(color)감이 떨어지는 카메라에도 적용할 수 없어 경제적인 부담을 수반하는 문제점도 있었다.

[0013] (특허문헌 1)의 경우도 영상의 색채에 기반하여 화염을 감지한다는 데서 동일한 문제점을 가지고 있다.

[0014] 또한, 종래의 화염 검출기술로서 학습 기반 기술을 이용하는 것(비특허문헌 2)도 개발되고 있으나, 이에 사용되는 알고리즘의 경우 CCTV의 종류, 설치된 위치, 주위 환경 등의 상황 속에서 다양한 외부요인을 발생시키므로 최적의 시스템 매개변수를 찾아 적용해야 하는 어려움이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 대구대산학협력단, 주식회사 야호커뮤니케이션, 비디오 영상을 이용한 화재 감시 방법, 대한민국 특허 출원번호 1020070053422, 출원일 2007.05.31

비특허문헌

[0016] (비특허문헌 0001) Marbach, G., Loepfe, M. and Brupbacher, T. (2006), An image processing technique for fire detection in video images, Fire Saf. J., Vol. 41, No. 4, pp. 285-289.

(비특허문헌 0002) Ko, B. C., Cheong, K.-H., Nam, J.-Y. (2009) Fire detection based on vision sensor and support vector machines, Fire Saf. J., Vol. 44, NO.3, pp. 322-329.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명은 상기한 종래 화염 검출기술 등에서 야기되는 여러 가지 결점 및 문제점 들을 해결하고자 발명한 것으로서, 그 목적은 현재까지 다양한 형태로 설치되어 있는 흑백 및 색채 CCTV의 명암 영상신호(gray image signal)를 이용하여 저비용으로 화재 감시 기능을 구현할 수 있는 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출 방법을 제공함에 있다.

[0018] 본 발명의 다른 목적은 흑백영상에서 화재를 감지하므로 컬러 카메라뿐 아니라, 성능이 낮거나 오래되어 컬러 기능이 좋지 않거나, 아예 흑백인 경우에도 채용할 수 있어 카메라의 종류나 실내, 외 장소와 날씨, 시간 등 환경에 영향을 받지 않고 화염들을 효과적으로 검출하는 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법을 제공하는 데 있다.

[0019] 본 발명의 또 다른 목적은 기존의 색 신호 감지나 연기 감지 기술과 함께 사용하여 정확성과 신뢰성을 높이는 화재감지 기술에 적용할 수 있는 밝기 기반의 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법은 이전 영상(I_{n-1})을 획득하는 이전 영상 획득단계(S1단계)와; 카메라로 실시간 촬영하여 현재 영상(I_n)을 획득하는 현재 영상 획득단계(S2단계)와; 상기 이전 영상(I_{n-1})과 현재 영상(I_n)으로부터 화염의 가장자리 화소를 검출하는 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)와; 상기 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)에서 검출된 화재 후보 화소가 화재 후보 화소로 충분한지의 여부를 판단하는 화재 후보 화소 판단단계(S4단계)와; 화재 후보 화소로 충분한 화재 후보 화소의 분포를 원으로 모델링하는 화소 분포 모델링 단계(S5단계)와; 상기 화소 분포 모델링 단계(S5단계)에서 모델링된 원 내부의 화소 밝기가 임의의 문턱값 이상의 밝기 인지를 판단하는 화소 밝기 판단단계(S6단계)와; 모델링된 원의 성장 여부를 판단하는 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)와; 화재를 경보하는 화재 경보단계(S8단계) 및; 상기 화재 후보 화소 판단단계(S4단계)에서 검출된 화재 후보 화소가 화재 후보 화소로 불충분하거나, 상기 화소 밝기 판단단계(S6단계)에서 모델링된 원 내부의 화소 밝기가 임의의 문턱값 미만의 밝기이거나, 상기 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)에서 원의 성장이 없는 것으로 판단한 경우 새로운 영상을 획득하는 새로운 영상 획득단계(S9단계)로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명은 현재까지 다양한 형태로 설치되어 있는 흑백 및 색채 CCTV의 명암 영상신호(gray image signal)를 이용하여 저비용으로 화재 감시 기능을 구현할 수 있고, 흑백영상에서 화재를 감지하므로 컬러 카메라뿐 아니라, 성능이 낮거나 오래되어 컬러 기능이 좋지 않거나, 아예 흑백인 경우에도 채용할 수 있어 카메라의 종류나 실내, 외 장소와 날씨, 시간 등 환경에 영향을 받지 않고 화염들을 효과적으로 검출할 수 있어 현재 세계 각국에서 사용되고 있는 CCTV에 쉽게 적용하여 CCTV의 기능을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 색 신호 감지나 연기 감지 기술과 함께 사용하여 정확성과 신뢰성을 높이는 화재감지 기술에 적용할 수 있는 각별한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법의 실행 순서도,
 도 2는 본 발명에 따른 화염 가장자리 화소의 검출예를 나타낸 도면으로서, (a)는 화염 영상 (b)는 화염 영상으로부터 검출된 화염 가장자리 화소를 보여주는 도면,
 도 3은 본 발명에 따른 화염 가장자리 화소를 이용하여 원으로 모델링하는 방법을 설명하기 위한 도면,
 도 4는 본 발명에 따라 실제 화염을 원으로 모델링한 예시도,
 도 5는 본 발명의 실시예를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.

[0024] 도 1은 본 발명 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법의 실행 순서도, 도 2는 본 발명에 따른 화염 가장자리 화소의 검출예를 나타낸 도면으로서, (a)는 화염 영상 (b)는 화염 영상으로부터 검출된 화염 가장자리 화소를 보여주는 도면, 도 3은 본 발명에 따른 화염 가장자리 화소를 이용하여 원으로 모델링하는 방법을 설명하기 위한 도면, 도 4는 본 발명에 따라 실제 화염을 원으로 모델링한 예시도, 도 5는 본 발명의 실시예를 나타낸 도면으로서, 본 발명 카메라의 명암 영상신호를 이용한 화염 검출방법은 이전 영상(I_{n-1})을 획득하는 이전 영상 획득단계(S1단계)와; 카메라로 실시간 촬영하여 현재 영상(I_n)을 획득하는 현재 영상 획득단계(S2단계)와; 상기 이전 영상(I_{n-1})과 현재 영상(I_n)으로부터 화염의 가장자리 화소를 검출하는 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)와; 상기 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)에서 검출된 화재 후보 화소가 화재 후보 화소로 충분한지의 여부를 판단하는 화재 후보 화소 판단단계(S4단계)와; 화재 후보 화소로 충분한 화재 후보 화소의 분포를 원으로 모

텔링하는 화소 분포 모델링 단계(S5단계)와; 상기 화소 분포 모델링 단계(S5단계)에서 모델링된 원 내부의 화소 밝기가 임의의 문턱값 이상의 밝기 인지를 판단하는 화소 밝기 판단단계(S6단계)와; 모델링된 원의 성장 여부를 판단하는 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)와; 화재를 경보하는 화재 경보단계(S8단계) 및; 상기 화재 후보 화소 판단단계(S4단계)에서 검출된 화재 후보 화소가 화재 후보 화소로 불충분하거나, 상기 화소 밝기 판단단계(S6단계)에서 모델링된 원 내부의 화소 밝기가 임의의 문턱값 미만의 밝기이거나, 상기 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)에서 원의 성장이 없는 것으로 판단한 경우 새로운 영상을 획득하는 새로운 영상 획득단계(S9단계)로 이루어진다.

[0025] 상기 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)에서의 화염의 가장자리 화소의 검출은 하기 수학식 1의 평가함수(p_n)로 검출한다.

수학식 1

$$p_n(x, y) = r_n(x, y) \frac{|I_n(x, y) - I_{n-1}(x, y)|}{\max_{1 \leq x \leq R, 1 \leq y \leq C} \{|I_n(x, y) - I_{n-1}(x, y)|\}}$$

[0026]

[0027] 여기서, R은 영상의 행의 최대의 수, C는 영상의 열의 최대의 수, (x, y)는 화소의 좌표, I는 영상 프레임, n은 영상 프레임의 순서를 각각 나타내고, r_n 은 아래의 수학식 2로 정의된다.

수학식 2

$$r_n(x, y) = \exp(-k(S_{n-1}(x, y) + S_n(x, y) - 1)^2)$$

[0028]

[0029] 상기 수학식 2에서 S_n 은 아래의 수학식 3과 같다.

수학식 3

$$S_n(x, y) = \frac{1}{1 + \exp(-(aI_n(x, y) + b))}$$

[0030]

[0031] 상기 화소 분포 모델링 단계(S5단계)에서 모델링하는 원의 중심점(u, v)과 반지름(ρ)은 하기 수학식 4, 5로 구하게 된다.

수학식 4

$$u = \sum_{i=1}^N x_i \left(\frac{p(x_i, y_i)}{\sum_{j=1}^N p(x_j, y_j)} \right) \quad v = \sum_{i=1}^N y_i \left(\frac{p(x_i, y_i)}{\sum_{j=1}^N p(x_j, y_j)} \right)$$

[0032]

수학식 5

$$\rho = \left(\sum_{i=1}^N ((x_i - u)^2 + (y_i - v)^2) \left(\frac{p(x_i, y_i)}{\sum_{j=1}^N p(x_j, y_j)} \right) \right)^{\frac{1}{2}}$$

[0033]

[0034] 또한, 상기 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)에서 아래의 수학식 6, 7, 8로부터 c 값을 구하고, c 값이 계속 증가하는 경우 모델링된 원의 성장인 경우로 판단하여 화재로 인한 화염이 존재한다고 판정한다.

수학식 6

$${}^u\mu_n = \frac{1}{T} \sum_{i=n-T+1}^n (R - u_i) \quad {}^\rho\mu_n = \frac{1}{T} \sum_{i=n-T+1}^n \rho_i$$

[0035]

수학식 7

$${}^u\sigma_n = \left(\frac{1}{T} \sum_{i=n-T+1}^n (R - u_i)^2 - {}^u\mu_n^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad {}^\rho\sigma_n = \left(\frac{1}{T} \sum_{i=n-T+1}^n \rho_i^2 - {}^\rho\mu_n^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

[0036]

수학식 8

$$c_n = {}^u\mu_n + {}^u\sigma_n + {}^\rho\mu_n + {}^\rho\sigma_n$$

[0037]

실시예

[0038]

[0039] 먼저, 이전 영상 획득단계(S1단계)에서 이전 영상(I_{n-1})을 획득하고, 현재 영상 획득단계(S2단계)에서 카메라로 실시간 촬영하여 현재 영상(I_n)을 획득하였다.

[0040]

[0040] 이어서 화재 후보 화소 검출단계(S3단계)에서 상기 수학식 1의 평가함수(p_n)로 화염의 가장자리 화소를 검출하였다.

[0041]

[0041] 여기서, 영상에서 화재를 감지하기 위해 영상을 화소(pixel)의 단위와 이미지 프레임(image frame) 단위에서 처리하며, 화소 단위의 처리는 각 화소가 화염인지를 판별하는 미시적인 감지를 위해서 사용되고, 영상 프레임 단위의 처리는 연속된 영상에서 화염 화소가 변화하는 추이를 관찰하여 판별하는 거시적인 감지를 위해 사용된다.

[0042]

[0042] 흑백 카메라의 영상에서 화염에 속하는 화소는 밝은 값을 가지고, 특히 화염의 가장자리에 속하는 화소는 깜박 거리는 특성이 있다는 것을 이용하여 화재 후보 화소를 찾기 위해 고안한 상기 수학식 1의 평가함수(p_n)를 통해서 해당 화소를 찾았다.

[0043]

[0043] 그리고, 상기 수학식 1에서 r_n은 상기 수학식 2로 정의되어 두 연속 영상에서 밝기가 심하게 변하는 정도를 수치로 나타낸다.

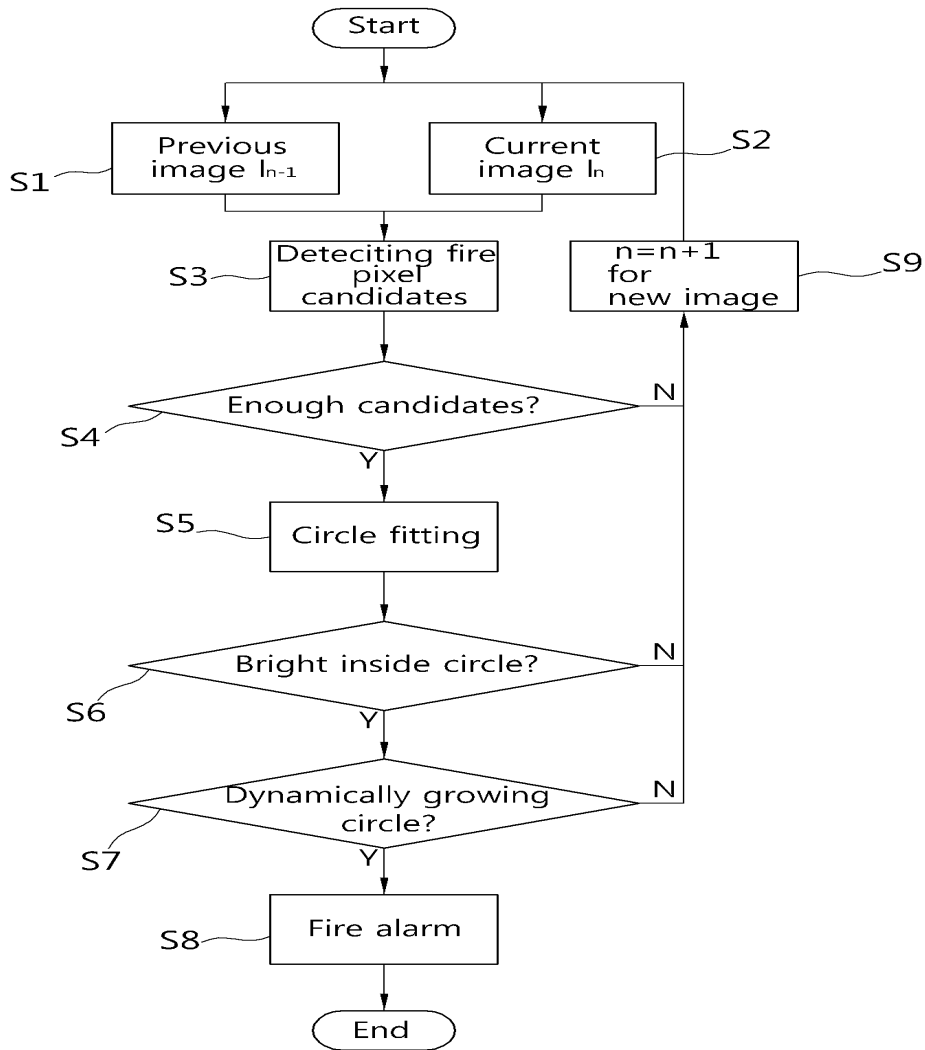
[0044]

[0044] 또한, 상기 수학식 2에서 S_n은 상기 수학식 3과 같다.

- [0045] 상기 수학식 1의 평가함수(p_n)의 범위는 $[0, 1]$ 이고, 화염의 가장자리 화소에서 1에 가까운 값을 갖는다.
- [0046] 다음에 화재 후보 화소 판단단계(S4단계)에서 평가함수(p_n)의 값이 τ_{pixel} 보다 큰 화소를 도 2와 같이 출력하여 화재 후보 화소로 판단하였다.
- [0047] 계속하여 화소 분포 모델링 단계(S5단계)에서 화재 후보 화소의 분포를 수학식 4와 5를 이용해 원의 중심점(u, v)과 반지름(ρ)을 구하여 원으로 모델링하여 쉽고 간단하게 모니터링 하였다. 화염의 특성이 시간의 경과에 따라 비선형으로 커지므로 상기한 모니터링으로 화염의 성장을 확인할 수 있다.
- [0048] 도 3은 화염 가장자리 화소로부터 각각의 평가함수(p_n)의 값을 고려하여 화염의 형태를 원으로 모델링한 예를 나타낸 것이고, 도 4는 화재 영상에서 원이 어떻게 근사화되는지를 보여준다.
- [0049] 이어서 화소 밝기 판단단계(S6단계)에서 상기 화소 분포 모델링 단계(S5단계)에서 모델링된 원 내부의 화소 밝기가 임의의 문턱값 이상의 밝기 인지를 판단하였다.
- [0050] 영상에서 잡음과 오류를 줄이기 위하여 상기 수학식 6으로 시간에 따라 평균화하고, 화재는 일반적으로 위를 향해 번져가는 것과 점점 커져가는 특성을 갖지만, 비선형적이기 때문에 모델링된 원의 위치와 반지름은 상기 수학식 7의 통계적 표준편차를 통해서 모니터링하여 확인할 수 있다.
- [0051] 그 다음 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)에서 상기 수학식 6, 7로 상기 수학식 8을 구하여 수학식 8의 c_n 값으로 화염의 존재 여부를 판단하였다.
- [0052] 즉, c_n 값이 계속 증가하는 경우 화재로 인한 화염이 존재한다고 판단하였다.
- [0053] 계속하여 상기 화재 경보단계(S8단계)에서 경보수단으로 화재를 경보하였다.
- [0054] 마지막으로 상기 화재 후보 화소 판단단계(S4단계)에서 검출된 화재 후보 화소가 화재 후보 화소로 불충분하거나, 상기 화소 밝기 판단단계(S6단계)에서 모델링된 원 내부의 화소 밝기가 임의의 문턱값 미만의 밝기이거나, 상기 모델링된 원의 성장 판단단계(S7단계)에서 원의 성장이 없는 것으로 판단한 경우 새로운 영상을 획득하는 새로운 영상 획득단계(S9단계)로 진행하여 새로운 영상을 획득하고 이하 상기 S1단계부터 S9단계를 순차적으로 진행하였다.
- [0055] 이상의 본 발명의 방법으로 흑백 및 색채 CCTV의 명암 영상신호(gray image signal)를 이용하여 저비용으로 화재 감시 기능을 달성할 수 있음을 확인하였다.
- [0056] 그런데 이상의 방법만 사용하면, 경우에 따라서 화염이 아님에도 화염으로 오검출하는 경우가 발생하므로, 다음과 같은 사항을 추가로 고려하여 판정한다. 첫째, 영상의 화소에 수학식 1을 적용하여 문턱 값 τ_{pixel} 을 기준으로 추출된 화소 들의 숫자는 임의의 숫자 이상 존재해야 한다. 즉, 충분한 화염 가장자리 화소가 추출되어야 한다. 둘째, 화염 가장자리 화소로부터 모델링된 원의 내부 화소는 임의의 문턱 값 이상의 밝기를 가진다. 즉, 화염은 내부가 밝아야 한다. 셋째, 일정한 시간동안 최소한 일정 수 이상의 영상에서 원이 모델링되어야 한다.
- [0057] 지금까지 본 발명을 바람직한 실시예로서 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 발명의 요지를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양하게 변형하여 실시할 수 있음은 물론이다.

도면

도면1



도면2

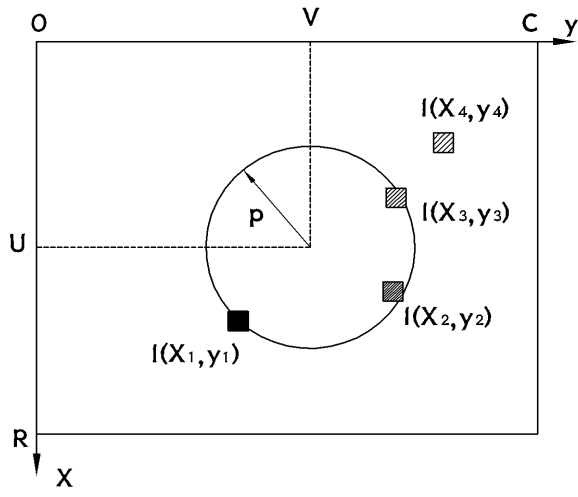


(a)

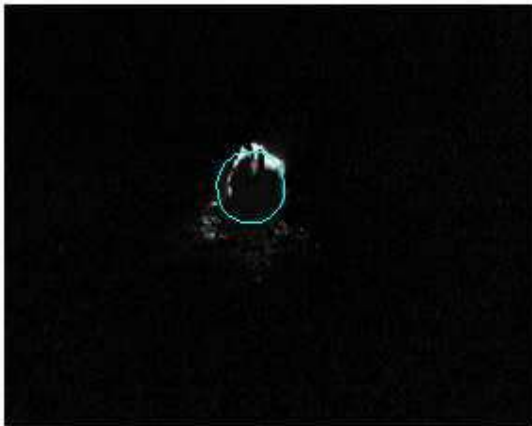


(b)

도면3



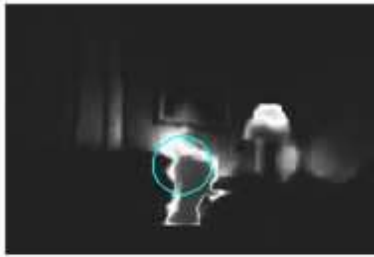
도면4



도면5



(a)



(b)