



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월16일

(11) 등록번호 10-1512658

(24) 등록일자 2015년04월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 7/00 (2006.01) G06T 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0002511

(22) 출원일자 2014년01월08일

심사청구일자 2014년01월08일

(56) 선행기술조사문헌

KR101081051 B1

JP2010122725 A

KR101075063 B1

논문: 한국정보과학회

(73) 특허권자

계명대학교 산학협력단

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095 (신당동)

(72) 발명자

고병철

대구광역시 수성구 동대구로 345 범어역우방유원
3306호

정지훈

경상북도 포항시 북구 새천년대로1075번길 10 창
포주공1단지아파트 107동 201호

남재열

대구광역시 수성구 지범로40길 11 서한화성아파트
103동 1401호

(74) 대리인

김건우

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 신재철

(54) 발명의 명칭 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법으로서, (1) 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부가 스테레오 카메라로부터 입력받은 영상에서 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 단계; (2) 멤버십 함수 처리부가 상기 검출 (뒷면에 계속)

대표도 - 도4



된 화재 불꽃 후보 영역에 대해서 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수를 생성하는 단계; (3) 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부가 상기 생성된 멤버십 함수를 이용한 확률 값을 추정하고, 최종적인 화재 불꽃 영역을 검출하는 단계; 및 (4) 3차원 모델링 생성 처리부가 상기 검출된 최종적인 화재 불꽃 영역에 대한 특징점을 추출하고, 추출된 특징점에 대한 변위 값 측정을 통해 최종적인 화재 불꽃에 대한 3차원 모델링을 생성하여 구현하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치 및 방법에 따르면, 스테레오 카메라로부터 촬영된 영상에서 화재 불꽃 후보영역을 검출하고, 화재 불꽃 후보 영역의 모양 시그니처, 크기 변화량, 모션 방향의 3가지 특징에 대한 멤버십 함수를 퍼지 로직에 적용한 후 역퍼지화 과정을 통해 최종 화재 불꽃을 검출하고, 변위 값 측정을 통해 3차원 모델링 및 카메라와 화재 간의 거리를 예측할 수 있도록 할 수 있다.

또한, 본 발명에 따르면, 스테레오 카메라와 화재 간의 거리 및 3차원 모델링으로 화재의 크기를 예측하고, 화재 경고 수준을 판단할 수 있도록 함으로써, 예측된 화재 크기의 결과를 이용한 감시 지역에 대한 화재 경고 수준을 정확히 판단하고, 신속한 화재 진압의 대응으로 화재 예방은 물론, 화재로 인한 인명과 재산의 피해를 최소화할 수 있도록 할 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2013D 7217010104
부처명	교육과학기술부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	LINC 사업단 산학공동과제
연구과제명	스테레오 카메라를 이용한 화재 감지 및 3차원 불륨 생성
기 여 율	1/1
주관기관	계명대학교
연구기간	2013.06.01 ~ 2014.01.30

명세서

청구범위

청구항 1

스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치로서,

스테레오 카메라(101)로부터 입력받은 영상에서 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110);

상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)에서 검출한 화재 불꽃 후보 영역에 대해서 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수를 생성하는 멤버십 함수 처리부(120);

상기 멤버십 함수 처리부(120)에서 생성한 멤버십 함수를 이용하여 확률 값을 추정하고, 최종적인 화재 불꽃 영역을 검출하는 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130); 및

상기 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)에서 검출한 최종적인 화재 불꽃 영역에 대한 특징점을 추출하고, 추출된 특징점에 대한 변위 값 측정을 통해 최종적인 화재 불꽃에 대한 3차원 모델링을 생성하여 구현하는 3차원 모델링 생성 처리부(140)를 포함하며,

상기 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)는,

상기 멤버십 함수 처리부(120)에서 생성한 멤버십 함수를 퍼지 로직(Fuzzy Logic)에 적용한 후 역퍼지화(defuzzification)하는 과정을 통해 확률 값을 추정하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)는,

상기 스테레오 카메라(101)로부터 촬영되는 실시간의 동영상을 입력받고, YCbCr 컬러 모델의 특성을 사용하여 상기 동영상에 포함된 영상에서 화재 불꽃 영상을 획득하며, 상기 획득된 화재 불꽃 영상에서 화재 불꽃 후보영역을 검출하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 멤버십 함수 처리부(120)는,

상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)에서 검출한 화재 불꽃 후보 영역에 대한 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수로서, 모양 시그네처(Shape Signature), 크기 변화량(Size), 및 모션 방향(Motion)을 생성하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수는,

상기 멤버십 함수 처리부(120)에서 비모수(non-parametric) 확률 추정의 적용을 통해 생성하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 모양 시그네처(Shape Signature)는,

발화 물질의 성질과 바람의 영향으로 모양이 불규칙하다는 가정에 따른 화재 불꽃의 특성인 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 크기 변화량(Size)은,

불꽃의 움직임 변화에 따라 크기가 변화하는 화재 불꽃의 특성인 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치.

청구항 7

제3항에 있어서, 상기 모션 방향(Motion)은,

화재 불꽃의 물리적 특성상 상승 방향으로 움직이는 화재 불꽃 특성인 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 3차원 모델링 생성 처리부(140)는,

상기 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)에서 측정된 변위 값을 사용하여 상기 스테레오 카메라(101)와 화재 간의 거리를 더 예측하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 3차원 모델링 생성 처리부(140)는,

상기 변위 값을 사용하여 측정된 상기 스테레오 카메라(101)와 화재 간의 거리와, 3차원 모델링으로 화재의 크기를 예측하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치.

청구항 11

스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법으로서,

(1) 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)가 스테레오 카메라(101)로부터 입력받은 영상에서 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 단계;

(2) 멤버십 함수 처리부(120)가 상기 검출된 화재 불꽃 후보 영역에 대해서 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수를 생성하는 단계;

(3) 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)가 상기 생성된 멤버십 함수를 이용한 확률 값을 추정하고, 최종적인 화재 불꽃 영역을 검출하는 단계; 및

(4) 3차원 모델링 생성 처리부(140)가 상기 검출된 최종적인 화재 불꽃 영역에 대한 특징점을 추출하고, 추출된 특징점에 대한 변위 값 측정을 통해 최종적인 화재 불꽃에 대한 3차원 모델링을 생성하여 구현하는 단계를 포함하며,

상기 단계 (3)에서는,

상기 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)가 상기 멤버십 함수를 퍼지 로직(Fuzzy Logic)에 적용한 후 역퍼지

화(defuzzification)하는 과정을 통해 확률 값을 추정하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 단계 (1)에서는,

상기 화재 불꽃 후보 영역을 YCbCr 컬러 모델의 특성을 사용하여 검출하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 단계 (1)에서는,

(1-1) 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)가 상기 스테레오 카메라(101)로부터 촬영되는 실시간의 동영상 입력받는 단계;

(1-2) 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)가 상기 동영상에 포함된 영상에서 화재 불꽃 영상을 획득하는 단계; 및

(1-3) 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)가 상기 획득된 화재 불꽃 영상으로부터 YCbCr 컬러 모델 특성을 적용하여 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 단계 (2)에서는,

상기 멤버십 함수 처리부(120)가 상기 화재 불꽃 후보 영역에 대한 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수로서, 모양 시그니처(Shape Signature), 크기 변화량(Size), 및 모션 방향(Motion)을 생성하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수는,

비모수(non-parametric) 확률 추정의 적용을 통해 생성하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 모양 시그니처(Shape Signature)는,

발화 물질의 성질과 바람의 영향으로 모양이 불규칙하다는 가정에 따른 화재 불꽃의 특성인 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 크기 변화량(Size)은,

불꽃의 움직임 변화에 따라 크기가 변화하는 화재 불꽃의 특성인 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

청구항 18

제14항에 있어서, 상기 모션 방향(Motion)은,

화재 불꽃의 물리적 특성상 상승 방향으로 움직이는 화재 불꽃 특성인 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

제11항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 단계 (4)에서는,

(4-1) 상기 3차원 모델링 생성 처리부(140)가 측정된 변위 값을 사용하여 상기 스테레오 카메라(101)와 화재 간의 거리를 예측하는 단계를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 3차원 모델링 생성 처리부(140)는,

상기 변위 값을 사용하여 측정된 상기 스테레오 카메라(101)와 화재 간의 거리와, 3차원 모델링으로 화재의 크기를 예측하는 것을 특징으로 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 화재 불꽃 감지 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

일반적으로 화재 감지 장치는 화재 및 연기로 인한 경제적인 측면과 인명 피해를 줄이기 위한 수단으로 많이 사용되고 있다. 종래의 화재 감지 장치는 센서를 기반으로 한 화재 검출 장치가 많이 사용되고 있다. 이러한 센서 기반 검출 장치는 온도가 충분히 높거나 연기가 충분히 두꺼운 경우에 경고를 제공하는 열 센서 및 연기 센서를 이용한다. 센서 기반 검출 장치는 통상적으로 거의 모든 빌딩(사무 공간)에서 쉽게 찾아 볼 수 있다. 하지만 화재가 충분히 강력할 때만 경고 메시지가 보내지므로 진화하기에는 이미 늦은 경우가 많으며, 화재의 피해를 줄이는 데에만 도움을 줄뿐 예방에는 취약하고, 산불과 같은 실외 환경에는 적절하지 않아 감시 지역에 제약이 따르는 문제가 있었다.

[0003]

이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 카메라를 이용한 화재 감지 장치로 대한민국 등록특허 제10-1270718호(선행기술 1)와 Ko. B. C., Hwang H. J. and Nam J. Y., "Non-parametric membership functions and fuzzy logic for vision sensor-based flame detection," Optical Engineering, Vol. 49. No. 12, pp. 127202-127202-11, 2010.(선행기술 2)가 제안되고 있다. 선행기술 1은 영상에서 화재를 검출하기 위한 영상 처리 장치 및 방법으로서, 복수의 불 색상을 모델링하여 생성된 색상 가우시안 모델을 이용하여 영상의 특정 프레임에 포함된 픽셀에 대하여 불 색상 확률을 산출하고, 배경 모델링을 통한 움직임 확률을 산출하여 화재 불꽃을 검출한다. 선행기술 2는 싱글 카메라로부터 입력된 영상에서 배경 모델과 불꽃 색상 모델을 이용하여 화재 후보 영역을 추출 후, 후보 블록에 대하여 시간 축 상에서 명도 변화, 웨이블릿 계수 변화, 모션 변화를 추출하여 확률 모델을 생성한다. 이어 생성된 확률 모델들을 퍼지 로직에 멤버십 함수로 사용하여 불꽃 확률 값을 예측하여

최종적으로는 불꽃을 검출한다. 이러한 선행기술 2는 싱글 카메라 기반 블록 단위로 화재 불꽃 영역을 검출한다. 이와 같이 싱글 카메라 기반 블록 단위로 화재 영역을 검출할 경우 화재의 전체적인 겉모습 및 카메라 간의 거리를 측정할 수 없는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 스테레오 카메라로부터 촬영된 영상에서 화재 불꽃 후보영역을 검출하고, 화재 불꽃 후보 영역의 모양 시그니처, 크기 변화량, 모션 방향의 3가지 특징에 대한 멤버십 함수를 퍼지 로직에 적용한 후 역퍼지화 과정을 통해 최종 화재 불꽃을 검출하고, 변위 값 측정을 통해 3차원 모델링 및 카메라와 화재 간의 거리를 예측할 수 있도록 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치 및 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0005] 또한, 본 발명은, 스테레오 카메라와 화재 간의 거리 및 3차원 모델링으로 화재의 크기를 예측하고, 화재 경고 수준을 판단할 수 있도록 함으로써, 예측된 화재 크기의 결과를 이용한 감시 지역에 대한 화재 경고 수준을 정확히 판단하고, 신속한 화재 진압의 대응으로 화재 예방은 물론, 화재로 인한 인명과 재산의 피해를 최소화할 수 있도록 하는, 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치 및 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치는,

[0007] 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치로서,

[0008] 스테레오 카메라로부터 입력받은 영상에서 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부;

[0009] 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부에서 검출한 화재 불꽃 후보 영역에 대해서 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수를 생성하는 멤버십 함수 처리부;

[0010] 상기 멤버십 함수 처리부에서 생성한 멤버십 함수를 이용하여 화를 값을 추정하고, 최종적인 화재 불꽃 영역을 검출하는 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부; 및

[0011] 상기 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부에서 검출한 최종적인 화재 불꽃 영역에 대한 특징점을 추출하고, 추출된 특징점에 대한 변위 값 측정을 통해 최종적인 화재 불꽃에 대한 3차원 모델링을 생성하여 구현하는 3차원 모델링 생성 처리부를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게는, 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부는,

[0013] 상기 스테레오 카메라로부터 촬영되는 실시간의 동영상을 입력받고, YCbCr 컬러 모델의 특성을 사용하여 상기 동영상에 포함된 영상에서 화재 불꽃 영상을 획득하며, 상기 획득된 화재 불꽃 영상에서 화재 불꽃 후보 영역을 검출할 수 있다.

[0014] 바람직하게는, 상기 멤버십 함수 처리부는,

[0015] 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부에서 검출한 화재 불꽃 후보 영역에 대한 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수로서, 모양 시그니처(Shape Signature), 크기 변화량(Size), 및 모션 방향(Motion)을 생성할 수 있다.

[0016] 더욱 바람직하게는, 상기 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수는,

- [0017] 상기 멤버십 함수 처리부에서 비모수(non-parametric) 확률 추정의 적용을 통해 생성할 수 있다.
- [0018] 더욱 바람직하게는, 상기 모양 시그네처(Shape Signature)는,
- [0019] 발화 물질의 성질과 바람의 영향으로 모양이 불규칙하다는 가정에 따른 화재 불꽃의 특성으로 할 수 있다.
- [0020] 더욱 바람직하게는, 상기 크기 변화량(Size)은,
- [0021] 불꽃의 움직임 변화에 따라 크기가 변화하는 화재 불꽃의 특성으로 할 수 있다.
- [0022] 더욱 바람직하게는, 상기 모션 방향(Motion)은,
- [0023] 화재 불꽃의 물리적 특성상 상승 방향으로 움직이는 화재 불꽃 특성으로 할 수 있다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부는,
- [0025] 상기 멤버십 함수 처리부에서 생성한 멤버십 함수를 퍼지 로직(Fuzzy Logic)에 적용한 후 역퍼지화(defuzzification)하는 과정을 통해 확률 값을 추정할 수 있다.
- [0026] 바람직하게는, 상기 3차원 모델링 생성 처리부는,
- [0027] 상기 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부에서 측정된 변위 값을 사용하여 상기 스테레오 카메라와 화재 간의 거리를 더 예측할 수 있다.
- [0028] 더욱 바람직하게는, 상기 3차원 모델링 생성 처리부는,
- [0029] 상기 변위 값을 사용하여 측정된 상기 스테레오 카메라와 화재 간의 거리와, 3차원 모델링으로 화재의 크기를 예측할 수 있다.
- [0030] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법은,
- [0031] 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법으로서,
- [0032] (1) 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부가 스테레오 카메라로부터 입력받은 영상에서 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 단계;
- [0033] (2) 멤버십 함수 처리부가 상기 검출된 화재 불꽃 후보 영역에 대해서 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수를 생성하는 단계;
- [0034] (3) 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부가 상기 생성된 멤버십 함수를 이용한 확률 값을 추정하고, 최종적인 화재 불꽃 영역을 검출하는 단계; 및
- [0035] (4) 3차원 모델링 생성 처리부가 상기 검출된 최종적인 화재 불꽃 영역에 대한 특징점을 추출하고, 추출된 특징점에 대한 변위 값 측정을 통해 최종적인 화재 불꽃에 대한 3차원 모델링을 생성하여 구현하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.
- [0036] 바람직하게는, 상기 단계 (1)에서는,

- [0037] 상기 화재 불꽃 후보 영역을 YCbCr 컬러 모델의 특성을 사용하여 검출할 수 있다.
- [0038] 바람직하게는, 상기 단계 (1)에서는,
- [0039] (1-1) 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부가 상기 스테레오 카메라로부터 촬영되는 실시간의 동영상을 입력받는 단계;
- [0040] (1-2) 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부가 상기 동영상에 포함된 영상에서 화재 불꽃 영상을 획득하는 단계; 및
- [0041] (1-3) 상기 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부가 상기 획득된 화재 불꽃 영상으로부터 YCbCr 컬러 모델 특성을 적용하여 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 단계로 이루어질 수 있다.
- [0042] 바람직하게는, 상기 단계 (2)에서는,
- [0043] 상기 멤버십 함수 처리부가 상기 화재 불꽃 후보 영역에 대한 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수로서, 모양 시그네처(Shape Signature), 크기 변화량(Size), 및 모션 방향(Motion)을 생성할 수 있다.
- [0044] 더욱 바람직하게는, 상기 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수는,
- [0045] 비모수(non-parametric) 확률 추정의 적용을 통해 생성할 수 있다.
- [0046] 더욱 바람직하게는, 상기 모양 시그네처(Shape Signature)는,
- [0047] 발화 물질의 성질과 바람의 영향으로 모양이 불규칙하다는 가정에 따른 화재 불꽃의 특성으로 할 수 있다.
- [0048] 더욱 바람직하게는, 상기 크기 변화량(Size)은,
- [0049] 불꽃의 움직임 변화에 따라 크기가 변화하는 화재 불꽃의 특성으로 할 수 있다.
- [0050] 더욱 바람직하게는, 상기 모션 방향(Motion)은,
- [0051] 화재 불꽃의 물리적 특성상 상승 방향으로 움직이는 화재 불꽃 특성으로 할 수 있다.
- [0052] 바람직하게는, 상기 단계 (3)에서는,
- [0053] 상기 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부가 상기 멤버십 함수를 퍼지 로직(Fuzzy Logic)에 적용한 후 역퍼지화(defuzzification)하는 과정을 통해 확률 값을 추정할 수 있다.
- [0054] 바람직하게는, 상기 단계 (4)에서는,
- [0055] (4-1) 상기 3차원 모델링 생성 처리부가 측정된 변위 값을 사용하여 상기 스테레오 카메라와 화재 간의 거리를 예측하는 단계를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0056] 더욱 바람직하게는, 상기 3차원 모델링 생성 처리부는,
- [0057] 상기 변위 값을 사용하여 측정된 상기 스테레오 카메라와 화재 간의 거리와, 3차원 모델링으로 화재의 크기를 예측할 수 있다.

발명의 효과

[0058]

본 발명에서 제안하고 있는 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치 및 방법에 따르면, 스테레오 카메라로부터 촬영된 영상에서 화재 불꽃 후보영역을 검출하고, 화재 불꽃 후보 영역의 모양 시그네처, 크기 변화량, 모션 방향의 3가지 특징에 대한 멤버십 함수를 퍼지 로직에 적용한 후 역퍼지화 과정을 통해 최종 화재 불꽃을 검출하고, 변위 값 측정을 통해 3차원 모델링 및 카메라와 화재 간의 거리를 예측할 수 있도록 할 수 있다.

[0059]

또한, 본 발명에 따르면, 스테레오 카메라와 화재 간의 거리 및 3차원 모델링으로 화재의 크기를 예측하고, 화재 경고 수준을 판단할 수 있도록 함으로써, 예측된 화재 크기의 결과를 이용한 감시 지역에 대한 화재 경고 수준을 정확히 판단하고, 신속한 화재 진압의 대응으로 화재 예방은 물론, 화재로 인한 인명과 재산의 피해를 최소화할 수 있도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0060]

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치의 기능블록의 구성을 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치의 영상 처리 과정을 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치의 멤버십 함수의 정의 도표를 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법의 흐름을 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법에서, 단계 S100의 세부적인 흐름을 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법에서, S400의 세부적인 흐름을 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지에 따라 검출된 화재 불꽃 후보 영역 영상을 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지에 따라 시그네처 추출 과정의 영상을 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지에 따라 크기 변화량 측정을 도시한 도면.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지에 따라 시간 축 상에서 불꽃과 유사불꽃의 모양, 크기, 모션 방향에 대한 비 모수 확률 밀도 함수를 그래프로 도시한 도면.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지에 따라 스테레오 영상의 변위측정 영상을 도시한 도면.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지에 따라 화재 불꽃 검출 및 3차원 모델 생성 과정을 도시한 도면.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지에 따라 추출된 특징 점과, 특징점들을 이용하여 3차원으로 모델링된 화재 불꽃 영역을 도시한 도면.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지에 따른 각 거리별 화재 불꽃 감지 및 특징점 추출, 변위추출을 이용한 3차원 모델 생성 결과를 도시한 도면.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지에 따른 화재와의 거리 및 화재크기 파악을 통한 화재 진압 장면의 일례를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0061] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.
- [0062] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 ‘연결’되어 있다고 할 때, 이는 ‘직접적으로 연결’되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 ‘간접적으로 연결’되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 ‘포함’한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0063] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치의 기능블록의 구성을 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치의 영상 처리 과정을 도시한 도면이며, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치의 멤버십 함수의 정의 도표를 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치는, 스테레오 카메라(101), 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110), 멤버십 함수 처리부(120), 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130), 및 3차원 모델링 생성 처리부(140)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0064] 스테레오 카메라(101)는, 화재 감지를 위해 실내의 특정 지역에 설치되는 2안 렌즈를 구비하는 카메라 장치이다. 이러한 스테레오 카메라(101)는 실내의 특정 지역을 촬영하고, 촬영된 실시간의 동영상을 후술하게 될 화재 불꽃 후보영역 검출부(110)로 전송하는 역할을 한다.
- [0065] 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)는, 스테레오 카메라(101)로부터 입력받은 영상에서 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 역할을 한다. 이러한 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)는 스테레오 카메라(101)로부터 촬영되는 실시간의 동영상을 입력받고, YCbCr 컬러 모델의 특성을 사용하여 동영상에 포함된 영상에서 화재 불꽃 영상을 획득하며, 획득된 화재 불꽃 영상에서 화재 불꽃 후보 영역을 검출하게 된다. 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)는 동영상을 입력받고, YCbCr 컬러 모델을 적용하여 동영상에서 화재 불꽃 영상을 획득한 후 화재 불꽃 후보 영역을 검출한다. 도 7은 색상 검출 수식을 이용하여 검출된 화재 불꽃 후보 영역의 영상을 도시한다.
- [0066] 멤버십 함수 처리부(120)는, 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)에서 검출한 화재 불꽃 후보 영역에 대해서 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수를 생성하는 역할을 한다. 이러한 멤버십 함수 처리부(120)는 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)에서 검출한 화재 불꽃 후보 영역에 대한 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수로서, 도 3에 도시된 바와 같이 모양 시그네처(Shape Signature), 크기 변화량(Size), 및 모션 방향(Motion)을 생성하게 된다. 여기서, 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수는 멤버십 함수 처리부(120)에서 비모수(non-parametric) 확률 추정의 적용을 통해 생성할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 모양 시그네처(Shape Signature)는 발화 물질의 성질과 바람의 영향으로 모양이 불규칙하다는 가정에 따른 화재 불꽃의 특성이고, 크기 변화량(Size)은 불꽃의 움직임 변화에 따라 크기가 변화하는 화재 불꽃의 특성이며, 모션 방향(Motion)은 화재 불꽃의 물리적 특성상 상승 방향으로 움직이는 화재 불꽃 특성을 나타낸다. 도 8은 모양 시그네처 확률 모델로서, 시그네처 추출 과정의 영상을 나타내고, 도 9는 시간 축 상의 크기 확률 모델로서, 연속적인 3프레임 변화에 따른 크기 변화 측정 영상을 나타내며, 도 10은 시간 축 상에서 불꽃과 유사 불꽃의 모양, 크기, 모션 방향에 대한 비 모수 확률 밀도 함수의 그래프를 나타낸다.

[0067]

최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)는, 멤버십 함수 처리부(120)에서 생성한 멤버십 함수를 이용하여 확률 값을 추정하고, 최종적인 화재 불꽃 영역을 검출하는 역할을 한다. 이러한 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)는 멤버십 함수 처리부(120)에서 생성한 멤버십 함수를 퍼지 로직(Fuzzy Logic)에 적용한 후 역퍼지화(defuzzification)하는 과정을 통해 확률 값을 추정하게 된다. 여기서, 퍼지 로직은 3개의 입력 값, 8가지 규칙, 5개의 출력 값을 사용한다. 즉, 3개의 입력 값으로는 화재 불꽃에 대한 모양 시그네처, 크기, 모션 방향을 사용하고, 5개의 출력 값은 출력 변수를 불꽃(Flame)으로 정의한 화재의 상태, 즉 VL(Very Low), L(Low), Median(M), H(High), VH(Very High)의 다섯 가지를 사용한다. 퍼지 규칙은 8개로 다음 표 1과 같이 정의한다.

표 1

규칙 1	IF Sig is Fire and Size is Fire and Motion is Fire, then Flame is VH, else
규칙 2	IF Sig is Fire and Size is Non-Fire and Motion is Fire, then Flame is H, else
규칙 3	IF Sig is Non-Fire and Size is Fire and Motion is Fire, then Flame is H, else
규칙 4	IF Sig is Fire and Size is Fire and Motion is Non-Fire, then Flame is M, else
규칙 5	IF Sig is Non-Fire and Size is Non-Fire and Motion is Fire, then Flame is M, else
규칙 6	IF Sig is Fire and Size is Non-Fire and Motion is Non-Fire, then Flame is L, else
규칙 7	IF Sig is Non-Fire and Size is Fire and Motion is Non-Fire, then Flame is L, else
규칙 8	IF Sig is Non-Fire and Size is Non-Fire and Motion is Non-Fire, then Flame is VL

[0068]

[0069]

3차원 모델링 생성 처리부(140)는, 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)에서 검출한 최종적인 화재 불꽃 영역에 대한 특징점을 추출하고, 추출된 특징점에 대한 변위 값 측정을 통해 최종적인 화재 불꽃에 대한 3차원 모델링을 생성하여 구현한다. 이러한 3차원 모델링 생성 처리부(140)는 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)에서 측정된 변위 값을 사용하여 스테레오 카메라(101)와 화재 간의 거리를 더 예측할 수 있다. 또한, 3차원 모델링 생성 처리부(140)는 변위 값을 사용하여 측정된 스테레오 카메라(101)와 화재 간의 거리와, 3차원 모델링으로 화재의 크기를 예측할 수 있다. 이와 같이 화재의 크기가 예측되면, 예측된 화재 크기의 결과를 이용하여 감시 지역에 대한 화재 경고 수준을 정확히 판단하고 신속한 화재 진압의 대응이 가능하도록 할 수 있게 된다. 도 11은 스테레오 영상의 왼쪽 및 오른쪽 영상을 이용한 변위 측정 결과 영상을 나타내고, 도 12는 화재 불꽃 검출 및 3차원 모델 생성 과정을 나타내며, 도 13은 특징점 추출 및 특징점들을 이용한 3차원 모델링의 화재 불꽃 영역의 영상을 나타내고, 도 14는 각 거리별 화재 불꽃 감지 및 특징점 추출, 변위 추출을 이용한 3차원 모델 생성 결과를 나타내며, 도 15는 화재와의 거리 및 화재 크기 파악을 통한 화재 진압 장면의 일례를 나타낸다.

[0070]

상기와 같은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 장치는, 스테레오 카메라(101)를 필수적으로 구비하며, 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)와 멤버십 함수 처리부(120)와 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130) 및 3차원 모델링 생성 처리부(140)를 포함하는 화재 감지 장비로 구성하게 된다. 여기서, 화재 감지 장비는 통상의 퍼스널 컴퓨터(PC)에 하드웨어 또는 소프트웨어적인 프로그램으로 구현될 수 있으며, 별도의 화재 감지 장비로도 구현이 가능하다.

[0071]

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법의 흐름을 도시한 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법은, 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 단계(S100), 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수를 생성하는 단계(S200), 최종적인 화재 불꽃 영역을 검출하는 단계(S300), 및 최종적인 화재 불꽃에 대한 3차원 모

모델링을 생성하여 구현하는 단계(S400)를 포함하여 구현될 수 있다.

- [0072] 단계 S100에서는, 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)가 스테레오 카메라(101)로부터 입력받은 영상에서 화재 불꽃 후보 영역을 검출한다. 단계 S100에서의 화재 불꽃 후보 영역은 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)에서 YCbCr 컬러 모델의 특성을 사용하여 검출하게 된다. 단계 S100의 세부적인 흐름에 대해서는 추후 도 4를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0073] 단계 S200에서는, 멤버십 함수 처리부(120)가 검출된 화재 불꽃 후보 영역에 대해서 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수를 생성한다. 즉, 멤버십 함수 처리부(120)가 화재 불꽃 후보 영역에 대한 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수로서, 모양 시그네처(Shape Signature), 크기 변화량(Size), 및 모션 방향(Motion)을 생성하게 된다. 여기서, 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수는 비모수(non-parametric) 확률 추정의 적용을 통해 생성이 이루어지게 된다. 모양 시그네처(Shape Signature)는 발화 물질의 성질과 바람의 영향으로 모양이 불규칙하다는 가정에 따른 화재 불꽃의 특성을 나타내고, 크기 변화량(Size)은 불꽃의 움직임 변화에 따라 크기가 변화하는 화재 불꽃의 특성을 나타내며, 모션 방향(Motion)은 화재 불꽃의 물리적 특성상 상승 방향으로 움직이는 화재 불꽃 특성을 나타낸다.
- [0074] 단계 S300에서는, 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)가 생성된 멤버십 함수를 이용한 확률 값을 추정하고, 최종적인 화재 불꽃 영역을 검출한다. 즉, 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130)가 멤버십 함수를 퍼지 로직(Fuzzy Logic)에 적용한 후 역퍼지화(defuzzification)하는 과정을 통해 확률 값을 추정하게 된다.
- [0075] 단계 S400에서는, 3차원 모델링 생성 처리부(140)가 검출된 최종적인 화재 불꽃 영역에 대한 특징점을 추출하고, 추출된 특징점에 대한 변위 값 측정을 통해 최종적인 화재 불꽃에 대한 3차원 모델링을 생성하여 구현한다. 여기서, 3차원 모델링 생성 처리부(140)는 변위 값을 사용하여 측정된 스테레오 카메라(101)와 화재 간의 거리와, 3차원 모델링으로 화재의 크기를 예측할 수 있다. 이와 같이 예측된 화재의 크기는 그 예측된 화재 크기의 결과를 이용하여 감시 지역에 대한 화재 경고 수준을 정확히 판단하고 신속한 화재 진압의 대응이 가능하도록 할 수 있게 된다.
- [0076] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법에서, 단계 S100의 세부적인 흐름을 도시한 도면이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법에서 단계 S100은, 동영상상을 입력받는 단계(S110), 동영상에서 화재 불꽃 영상을 획득하는 단계(S120), 및 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 단계(S130)를 포함하여 구현될 수 있다.
- [0077] 단계 S110에서는, 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)가 스테레오 카메라(101)로부터 촬영되는 실시간의 동영상상을 입력받는다. 단계 S120에서는 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)가 스테레오 카메라(101)로부터 입력받은 동영상에 포함된 영상에서 화재 불꽃 영상을 획득한다. 단계 S130에서는 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)가 획득된 화재 불꽃 영상으로부터 화재 불꽃 후보 영역을 검출한다. 여기서, 화재 불꽃 영상 획득 및 화재 불꽃 후보 영역의 검출은 YCbCr 컬러 모델 특성을 적용하여 검출이 이루어지게 된다.
- [0078] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법에서, S400의 세부적인 흐름을 도시한 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법의 단계 S400에서는, 3차원 모델링 생성 처리부(140)가 측정된 변위 값을 사용하여 상기 스테레오 카메라(101)와 화재 간의 거리를 예측하는 단계(S401)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

[0079] 도 7 내지 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법에 따른 각 단계별 처리 과정의 영상을 참고로 나타낸다. 도 7은 색상 검출 수식을 이용하여 검출된 화재 불꽃 후보 영역의 영상 일례를 나타내고, 도 8은 멤버십 함수의 하나인 모양 시그네처 확률 모델로서, 시그네처 추출 과정의 영상을 나타내며, 도 9는 멤버십 함수의 하나인 시간 축 상의 크기 확률 모델로서, 연속적인 3프레임 변화에 따른 크기 변화 측정을 나타낸다. 도 10은 시간 축 상에서 불꽃과 유사불꽃의 모양, 크기, 모션 방향에 대한 비 모수 확률 밀도 함수의 그래프로서, 도 10의 (a)는 모양 시그네처 왜도를 나타내고, 도 10의 (b)는 크기 왜도를 나타내며, 도 10의 (c)는 모션 방향 왜도를 나타낸다. 도 11은 스테레오 영상의 왼쪽 및 오른쪽 영상을 이용한 변위 측정 결과 영상을 나타내고, 도 12는 화재 불꽃 검출 및 3차원 모델 생성 과정으로, 도 12의 (a)는 입력 영상을 나타내고, 도 12의 (b)는 검출된 화재 불꽃 영역에 대한 이진화를 나타내며, 도 12의 (c)는 특징점 추출을 나타내고, 도 12의 (d)는 특징점 매칭을 이용한 특징점 선택 및 변위 측정을 나타낸다. 도 13은 특징점 추출 및 특징점들을 이용한 3차원 모델링의 화재 불꽃 영역의 영상으로, 도 13의 (a)는 추출된 특징점과 특징점들의 (x, y, z)를 이용한 특징점 선택 및 변위 측정을 나타내고, 도 13의 (b)는 배경 화면을 나타내며, 도 13의 (c)는 특징점 추출 후에 변위를 측정하고 이를 이용하여 삼각 측량법에 의해 3차원으로 모델링된 화재 불꽃 영역을 나타낸다. 도 14는 5m, 10m, 20m에 대한 각 거리별 화재 불꽃 감지 및 특징점 추출, 변위 추출을 이용한 3차원 모델 생성 결과를 나타내며, 도 15는 화재와의 거리 및 화재 크기 파악을 통한 자동 화재 진압 장면의 일례를 나타낸다.

[0080] 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 카메라와 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지 방법의 발명은 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부(110)와, 멤버십 함수 처리부(120)와, 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부(130), 및 3차원 모델링 생성 처리부(140)의 기능 블록의 구성을 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다.

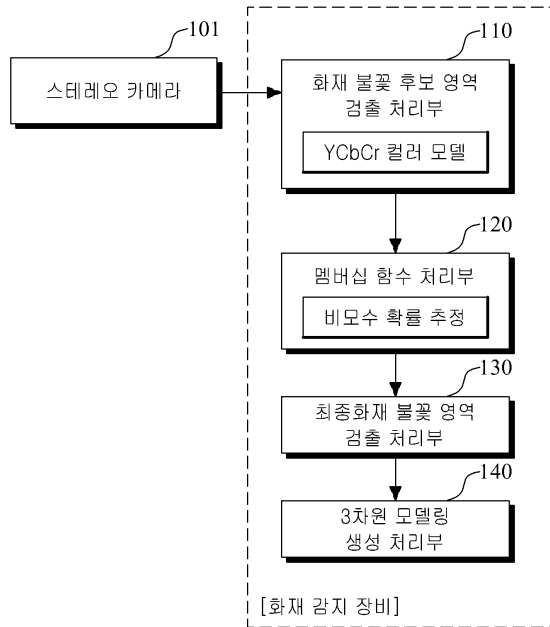
[0081] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

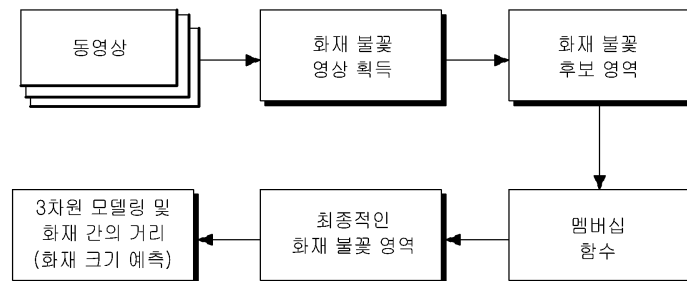
[0082] 101: 스테레오 카메라
 110: 화재 불꽃 후보영역 검출 처리부
 120: 멤버십 함수 처리부
 130: 최종 화재 불꽃 영역 검출 처리부
 140: 3차원 모델링 생성 처리부
 S100: 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 단계
 S110: 스테레오 카메라로부터 촬영되는 실시간의 동영상을 입력받는 단계
 S120: 동영상에 포함된 영상에서 화재 불꽃 영상을 획득하는 단계
 S130: YCbCr 컬러 모델 특성을 적용하여 화재 불꽃 후보 영역을 검출하는 단계
 S200: 3가지의 시공간적 특징의 멤버십 함수를 생성하는 단계
 S300: 최종적인 화재 불꽃 영역을 검출하는 단계
 S400: 최종적인 화재 불꽃에 대한 3차원 모델링을 생성하여 구현하는 단계
 S410: 측정된 변위 값을 사용하여 스테레오 카메라와 화재 간의 거리를 예측하는 단계

도면

도면1



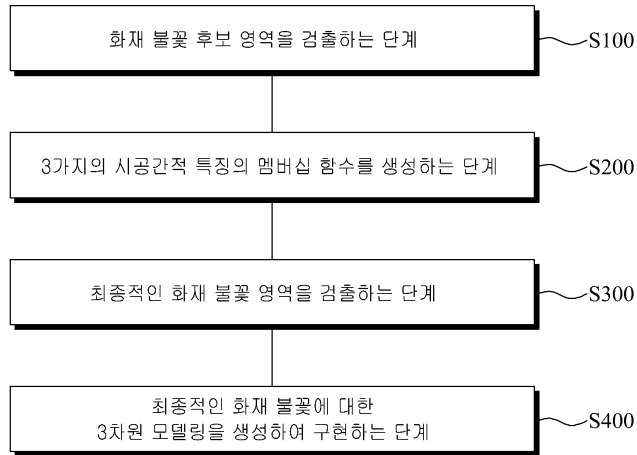
도면2



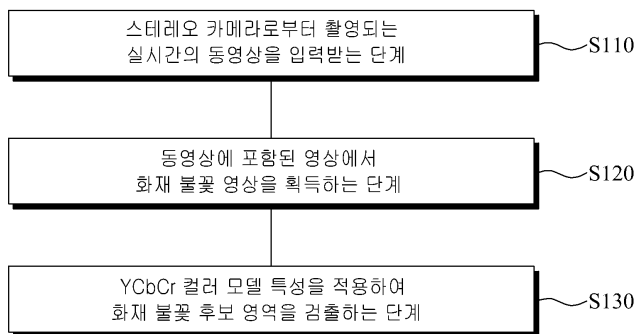
도면3

멤버십 함수		
모양 시그니처	크기 변화량	모션 방향
발화 물질 성질과 바람에 의한 화재 불꽃 모양의 불규칙	불꽃의 움직임 변화에 따른 크기 변화	물리적 특성상 상승 방향으로 움직이는 화재 불꽃 특성

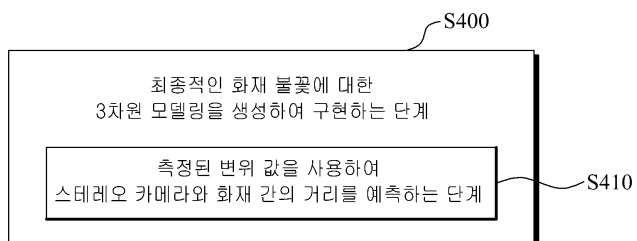
도면4



도면5



도면6



도면7



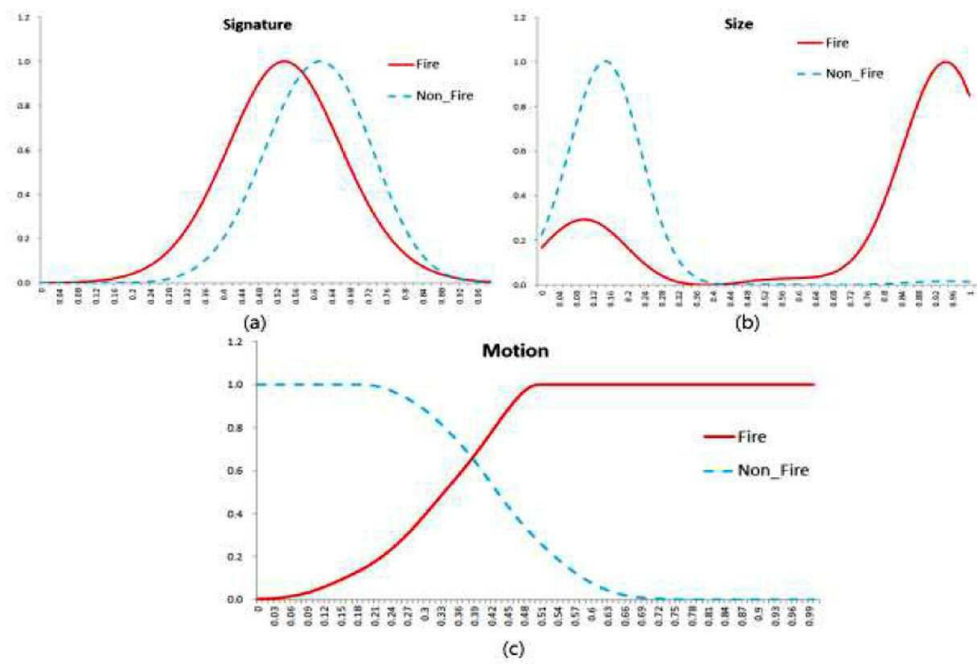
도면8



도면9



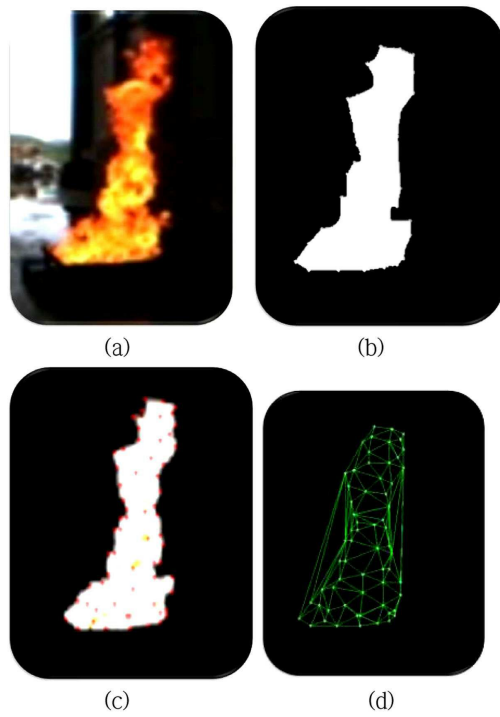
도면10



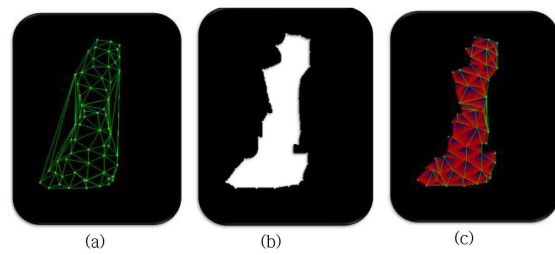
도면11



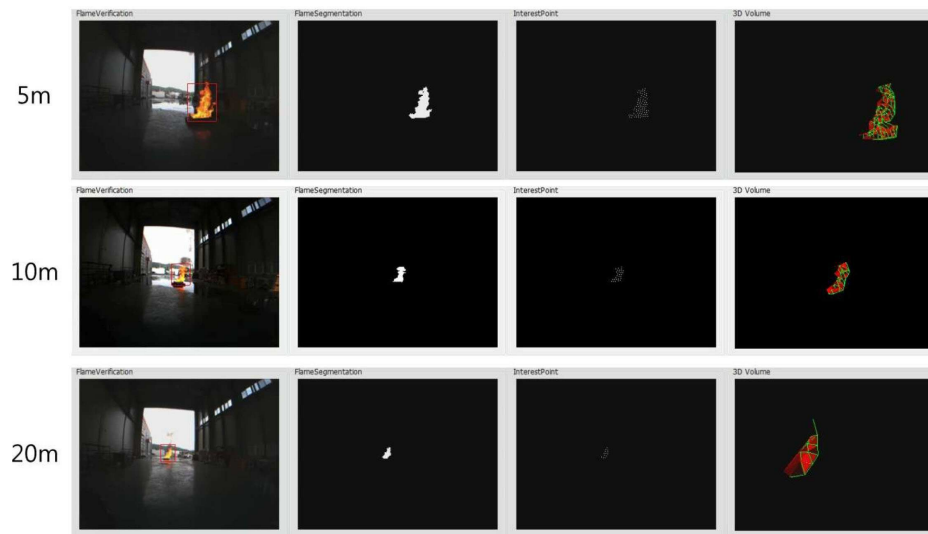
도면12



도면13



도면14



도면15

