



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월15일
(11) 등록번호 10-2544393
(24) 등록일자 2023년06월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08B 17/12 (2014.01) G06T 7/60 (2017.01)
G06T 7/70 (2017.01) G06V 10/422 (2022.01)
H04N 23/60 (2023.01) H04N 7/18 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G08B 17/12 (2021.01)
G06T 7/60 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0170185
(22) 출원일자 2022년12월08일
심사청구일자 2022년12월08일
(56) 선행기술조사문헌
JP2011227073 A*
KR100586815 B1*
KR101063922 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
강원대학교산학협력단
강원도 춘천시 강원대학길 1 (효자동)
(72) 발명자
곽동걸
강원도 강릉시 회산로 313, 102동 2005호(강릉회
산한신더휴아파트)
김병식
서울특별시 강동구 명일로10가길 24, 101동 702호
류진규
경기도 안양시 동안구 학의로 390, 푸른마을대우
아파트 108동 1804호
(74) 대리인
김정현

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 김동민

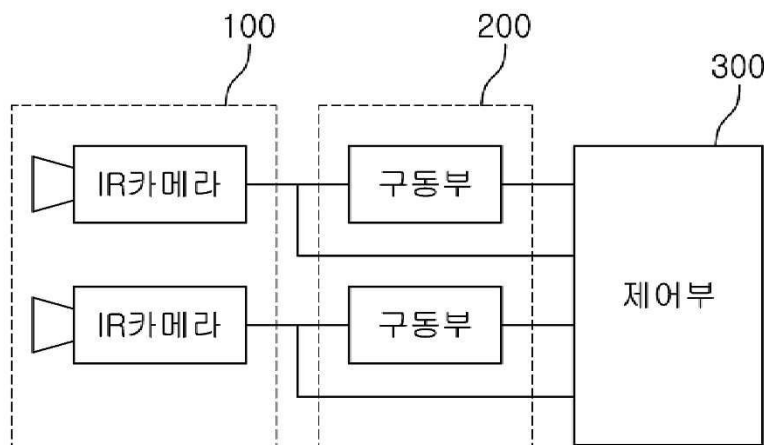
(54) 발명의 명칭 팬 틸트 기반의 IR 카메라를 이용한 발화 위치 추정 시스템

(57) 요약

본 발명은 발화 위치 추정 시스템에 관한 것으로서, 적외선을 감지하여 촬영하는 카메라로서, 화재가 발생하면 화재를 감지하여 발화 지점을 촬영하기 위해 2대 이상이 설치된 IR 카메라, 상기 IR 카메라를 구동시키기 위한 구동부 및 상기 IR 카메라에서 촬영된 이미지에서 화염 형상을 감지하고, 화염 형상의 중심을 산출하고, 화염 형상의 중심이 상기 IR 카메라에서 촬영된 화면의 중심에 정렬되도록 상기 구동부를 구동시키고, 각 IR 카메라의 설치 위치와 발화지점 간의 방위각을 계산하는 방식으로 발화 위치를 추정하는 제어부를 포함한다.

본 발명에 의하면, 2대 이상의 팬 틸트 기반의 IR 카메라를 이용하여 발화 위치를 추정함으로써, 발화 위치 추정
의 오검출을 줄이고, 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/70 (2017.01)
G06V 10/422 (2023.01)
H04N 5/23218 (2021.08)
H04N 5/23299 (2021.08)
H04N 7/181 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1315001780
과제번호	20010162
부처명	행정안전부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	지역맞춤형재난안전문제해결기술개발지원(R&D)
연구과제명	빅데이터 기반 양간지풍 도시산불방재 기술개발
기여율	1/1
과제수행기관명	강원대학교 삼척산학협력단
연구기간	2020.04.01 ~ 2022.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

적외선을 감지하여 촬영하는 카메라로서, 화재가 발생하면 화재를 감지하여 발화 지점을 촬영하기 위해 2대 이상이 설치된 IR 카메라;

상기 IR 카메라를 구동시키기 위한 구동부; 및

상기 IR 카메라에서 촬영된 이미지에서 화염 형상을 감지하고, 화염 형상의 중심을 산출하고, 화염 형상의 중심이 상기 IR 카메라에서 촬영된 화면의 중심에 정렬되도록 상기 구동부를 구동시키고, 각 IR 카메라의 설치 위치와 발화지점 간의 방위각을 계산하는 방식으로 발화 위치를 추정하는 제어부를 포함하고,

상기 구동부는 상기 IR 카메라를 구동시키기 위한 팬 틸트(Pan-Tilt) 서보 모터를 포함하여 이루어지고,

상기 제어부는,

각 IR 카메라의 초기 설치시 위도 정보, 경도 정보, 방위각 정보, 각 IR 카메라 간의 거리 정보를 입력받고,

상기 IR 카메라에서 발화가 감지되면, 화염 형상의 중심이 상기 IR 카메라에서 촬영된 화면의 중심에 정렬되도록 상기 팬 틸트 서보 모터를 구동하고,

구동된 회전각과 초기 설치시의 방위각을 합산하여 각 IR 카메라와 발화지점 간의 방위각을 추정하고,

상기 제어부는 해석적 공간전방교회법을 이용하여 발화 위치를 추정하며,

상기 제어부는 상기 IR 카메라에서 촬영된 IR 이미지에서 발화 임계 온도를 감지하면, 이를 기반으로 화염 형상 이미지를 검출하고, 화염 형상 이미지에서 중심 모멘트를 감지하고, 상기 IR 카메라에서 감지된 화염 이미지로부터 화염 이미지의 무게 중심점을 구하고, 상기 IR 카메라의 화면 중심과 화염 이미지의 중심이 맞지 않을 경우, 상기 팬 틸트 서보 모터를 구동하여 정렬 진행을 반복하고, 이후 상기 IR 카메라 화면 중심과 화염 이미지의 중심이 일치될 경우, 상기 IR 카메라와 발화지점 간의 방위각도를 통해 발화지점의 위도 및 경도 정보를 산출하고,

상기 IR 카메라가 카메라1, 카메라2의 두 대로 구비되고, 상기 카메라1과 상기 카메라2의 위도 및 경도 정보를 미리 알고 있고, 상기 카메라1의 위치를 원점으로 한 직교 좌표계를 가정하고, 해석적 공간전방교회법을 적용하기 위하여, 발화지점(미지점)을 관찰하고 있는 상기 카메라1의 위도 및 경도 좌표를 (lat1, lon1), 상기 카메라2의 위도 및 경도 좌표를 (lat2, lon2), 상기 발화지점의 위치를 나타내는 위도 및 경도 좌표를 (lat3, lon3), 상기 카메라1과 상기 카메라2 간의 거리를 BL, 상기 카메라1과 상기 발화지점 간의 상대적 방위각을 α_1 , 상기 카메라2와 상기 발화지점 간의 상대적 방위각을 α_2 , 상기 발화지점과 상기 카메라1, 상기 카메라2 간의 방위각도를 α_3 , 상기 카메라1에서 상기 발화지점까지의 거리를 AL_1 , 상기 카메라2에서 발화지점까지의 거리를 AL_2 로 나타낼 때,

[수학식 3]

$$AL_1 = BL \cdot \frac{\sin\alpha_2}{\sin\alpha_3}, \quad AL_2 = BL \cdot \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_3}$$

을 통해 상기 카메라1에서 상기 발화지점까지의 거리 AL_1 , 상기 카메라2에서 상기 발화지점까지의 거리 AL_2 를 계산할 수 있고,

[수학식 4]

$$Ba_1 = \frac{\arctan\left(\frac{b}{a}\right) \times 180}{\pi}$$

$$a = \sin(lon2 - lon1) \cdot \cos(lat2)$$

$$b = \cos(lat1) \cdot \sin(lat2) - \sin(lat1) \cdot \cos(lat2) \cdot \cos(lon2 - lon1)$$

를 통해 상기 발화지점과 상기 카메라1과의 진방위 각도인 Ba_1 을 계산할 수 있고, 여기서, a 는 상기 카메라1의 진방위 좌표축을 기준으로 한 위도 거리이고, b 는 상기 카메라1의 진방위 좌표축을 기준으로 한 경도 거리이고, R 은 지구의 반지름=6,378,137 m라고 할 때,

[수학식 5]

$$lat3 = \arcsin \left\{ \sin(lat1) \cdot \cos\left(\frac{AL_1}{R}\right) + \cos(lat1) \cdot \sin\left(\frac{AL_1}{R}\right) \cdot \cos(Ba_1) \right\}$$

$$lon3 = lon1 + \arctan \left\{ \frac{\cos\left(\frac{AL_1}{R}\right) - \sin(lat1) \cdot \sin(lat3)}{\sin(Ba_1) \cdot \sin\left(\frac{AL_1}{R}\right) \cdot \cos(lat1)} \right\}$$

를 통해 상기 발화지점의 위치를 나타내는 위도 및 경도 좌표 ($lat3$, $lon3$)를 계산할 수 있는 것을 특징으로 하는 발화 위치 추정 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 발화 위치를 추정하는 기술에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 팬 틸트(Pan-tilt) 기반의 IR 카메라를 이용한 카메라 영상 기반의 발화 위치를 추정하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 지구 온난화와 평균 기온 상승 등으로 산불의 발생빈도가 증가하고 대형화되고 있는 추세이다. 과거 대형 산불의 발생 사례로는 2019년 4월 발생하였던 고성, 속초 산불의 있으며, 이 산불로 13명의 사상자가 발생하였고, 약 3,054억 원의 재산 피해가 발생하였다. 또한 최근 2022년 3월에 발생한 울진, 삼척 산불의 경우 약 2,200억 원의 재산피해가 발생하였고, 산불이 13일간 이어지며 역대 최장기간 산불로 기록되었다. 이러한 산불 발생의 원인은 자연발화보다는 입산자 또는 인근 주민의 부주의로 발생하는 경우가 많은 것으로 나타났다.

[0003] 이를 예방하기 위한 방법으로 도시와 인접하거나 도로 등의 시설 기반이 있는 곳에 CCD(Charge-Coupled Device) 또는 IR(Infrared) 카메라 기반의 실시간 감시를 수행하는 모니터링 시스템을 통해 초기 화재 발생에 대응하여 산불의 대형화를 막고 있다. 하지만 이러한 모니터링 시스템이 산불 취약지역을 중심으로 현재도 운용되고 있는

나, 영상 기반의 감시에는 한계가 있어 산불 예찰단, 산불감시원 등 인력에 의존하고 있는 실정이다. 이 또한 이동수단의 접근이 어렵거나 영상을 통해 발생 위치를 파악하기 어려운 경우가 많아 인력에 의존한 감시 방법에는 한계가 있다. 특히 산야 또는 야외에서 발생하는 화재는 초기 진압과 화재 확대를 막기 위하여 무엇보다도 정확한 발화 위치를 경보하고 알리는 시스템이 중요하다.

[0004] 기존에도 산불 등의 감시를 위해 광범위한 지역에 대해 발화지점을 추정하는 방법들이 제시되고 있는데, 실외지역에 센서를 설치하고 위성항법장치 등을 이용하여 화재 발생 위치를 추정하거나, 레이저 거리 측정기(Laser Range Finder, LRF)를 이용하여 측정된 거리와 방위 각도를 이용하여 화재 발생 위치를 추정하는 방법을 이용하고 있다. 하지만 이러한 방법들은 1대의 카메라를 이용하는 장점은 있지만 추가적인 보조 매체장비들이 필요하며, 산야와 같이 계곡이나 굴곡이 심한 지형에서의 발화 원점을 정확히 감지하지 못하면 거리 오차가 발생할 가능성이 크다는 문제가 있다.

[0005] 최근 팬 틸트 서보가 없는 고정식 IR 카메라의 경우, 카메라 화면 중심과 산불 화염 중심의 이미지 픽셀 위치 차이에 따라 비례 계산하여 각도를 보상하는 방법이 있다. 이 같은 경우 IR 카메라의 렌즈의 왜곡에 의해 중심과 외각의 굴절률이 달라 오차가 발생할 수 있으며 이를 보정하는 검교정(calibration) 과정이 필요하다. 또한 CCD 카메라와 달리 IR 카메라의 경우, 방사되는 열 정보를 통해 검교정을 해야 하므로 검교정판에 램프를 이용해 열을 가열하는 방식이나, MEMS(Micro Electro-Mechanical Sensor)를 이용하여 검교정하는 방법이 이용되고 있다. 하지만 이러한 방법은 검교정판 전영역에 대해 동등한 열로 가열하여야 하고 이러한 과정을 정밀하게 수행하기 어려워 정확도가 감소된다는 문제가 있다. 또한 램프에서 발생하는 열이 기류에 따라 불규칙하게 유동하여 램프의 중심을 정밀하게 측정하기 어려운 문제가 있어 향후 측정에서 오차가 발생할 가능성이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 10-2010-0127583

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명에서는 산불이나 야외 화재가 발생한 경우, 팬 틸트 기반 IR 카메라를 이용하여 실시간으로 화재를 감시하고, 공간전방회법을 이용하여 산불의 발생 위치를 추정할 수 있는 발화 위치 추정 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 발화 위치 추정 시스템에 관한 것으로서, 적외선을 감지하여 촬영하는 카메라로서, 화재가 발생하면 화재를 감지하여 발화 지점을 촬영하기 위해 2대 이상이 설치된 IR 카메라, 상기 IR 카메라를 구동시키기 위한 구동부 및 상기 IR 카메라에서 촬영된 이미지에서 화염 형상을 감지하고, 화염 형상의 중심을 산출하고, 화염 형상의 중심이 상기 IR 카메라에서 촬영된 화면의 중심에 정렬되도록 상기 구동부를 구동시키고, 각 IR 카메라의 설치 위치와 발화지점 간의 방위각을 계산하는 방식으로 발화 위치를 추정하는 제어부를 포함한다.

[0011] 상기 구동부는, 상기 IR 카메라를 구동시키기 위한 팬 틸트(Pan-Tilt) 서보 모터를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0012] 상기 제어부는, 각 IR 카메라의 초기 설치시 위도 정보, 경도 정보, 방위각 정보, 각 IR 카메라 간의 거리 정보를 입력받고, 상기 IR 카메라에서 발화가 감지되면, 화염 형상의 중심이 상기 IR 카메라에서 촬영된 화면의 중심에 정렬되도록 상기 팬 틸트 서보 모터를 구동하고, 구동된 회전각과 초기 설치시의 방위각을 합산하여 각 IR 카메라와 발화지점 간의 방위각을 추정할 수 있다.

[0013] 상기 제어부는 공간전방회법을 이용하여 발화 위치를 추정할 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 의하면, 2대 이상의 팬 틸트 기반의 IR 카메라를 이용하여 발화 위치를 추정함으로써, 발화 위치 추정의 오검출을 줄이고, 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0015] 또한 본 발명에 의하면, 2대 이상의 카메라를 이용하여 산불 위치의 교차점 위치를 계산하므로, 기존 기술보다 저렴한 비용으로 보다 정확하게 발화 지점 정보를 얻을 수 있고, 이에 따라 신속한 화재 대응이 가능하고 인명 피해를 최소화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템에서 발화 위치 추정 방법을 보여주는 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템에서 발화 위치 추정 과정을 개념적으로 도시한 것이다.
- 도 4는 IR 카메라의 화면 중심과 산불 발생 원점 사이의 각도 차이를 보여주는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템에서 산불 화염의 중심 모멘트 추출 과정을 설명하기 위해 예시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템에서 공간 전방교회법의 적용 과정을 예시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0019] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 갖는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0020] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0021] 본 발명은 팬 틸트 기반의 IR(Infrared) 카메라를 이용한 발화 위치 추정 시스템에 관한 것이다.
- [0022] 본 발명에서는 2대 이상의 IR 카메라를 이용하고, 각 IR 카메라의 초기 설치 환경의 위도, 경도 정보와 방위각도 정보, 각 IR 카메라 간의 설치 거리 정보를 설정하고, 각 IR 카메라에서 발화가 감지되면 IR 카메라에 연결된 팬 틸트 서보 모터를 제어하여 카메라 화면 중심과 발화 원점을 일치시킨다. 그리고 기동된 서보 터의 회전 각도와 초기 설치 방위 각도의 합산을 통해 카메라와 발화지점 간의 방위 각도 정보를 얻는다. 그리고 이 정보들을 통해 사진측량기법의 일종인 공간 전방교회법을 이용하여 IR 카메라로부터 발화지점까지의 위치를 추정한다. 이를 통해 기존보다 저비용으로 정확한 발화지점의 정보를 얻어, 신속한 화재대응과 인명피해를 최소화할 수 있다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 것이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템은 IR 카메라(100), 구동부(200), 제어부

(300)를 포함한다.

- [0025] 도 1의 실시예에서 IR 카메라(100)가 두 대 설치되어 있으나, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니고, 실시예에 따라 두 대 이상의 IR 카메라(100)가 다양한 방식으로 설치될 수 있다.
- [0026] IR 카메라(100)는 적외선을 감지하여 촬영하는 카메라로서, 화재가 발생하면 화재를 감지하여 발화 지점을 촬영하는 역할을 한다.
- [0027] 구동부(200)는 IR 카메라(100)를 구동시키는 역할을 한다. 본 발명의 일 실시예에서 구동부(200)는 IR 카메라(100)를 구동시키기 위한 팬 틸트(Pan-Tilt) 서보 모터를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0028] 제어부(300)는 IR 카메라(100)에서 촬영된 이미지에서 화염 형상을 감지하고, 화염 형상의 중심을 산출하고, 화염 형상의 중심이 IR 카메라(100)에서 촬영된 화면의 중심에 정렬되도록 구동부(200)를 구동시키고, 각 IR 카메라의 설치 위치와 발화지점 간의 방위각을 계산하는 방식으로 발화 위치를 추정한다.
- [0029] 제어부(300)는 각 IR 카메라(100)의 초기 설치시 위도 정보, 경도 정보, 방위각 정보, 각 IR 카메라 간의 거리 정보를 입력받고, IR 카메라(100)에서 발화가 감지되면, 화염 형상의 중심이 IR 카메라(100)에서 촬영된 화면의 중심에 정렬되도록 팬 틸트 서보 모터를 구동하고, 구동된 회전각과 초기 설치시의 방위각을 합산하여 각 IR 카메라와 발화지점 간의 방위각을 추정할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에서 제어부는 공간전방교회법을 이용하여 발화 위치를 추정할 수 있다.
- [0031] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템에서 발화 위치 추정 방법을 보여주는 흐름도이다.
- [0032] 도 2를 참조하면, 제어부(300)는 IR 카메라(100)에서 촬영된 이미지에서 화염 형상을 감지하고, 화염 형상에서 중심을 산출한다(S110).
- [0033] 그리고 제어부(300)는 화염 형상의 중심과 IR 카메라(100)에서 촬영된 화면의 중심을 비교하고(S120), 화염 형상의 중심이 IR 카메라(100)에서 촬영된 화면의 중심에 정렬되도록 구동부(200)를 구동시킨다(S130, S140).
- [0034] 그리고, 제어부(300)는 각 IR 카메라(100)의 설치 위치와 발화지점 간의 방위각을 계산하고, 공간 전방 교회법을 이용하여 발화 지점의 위치를 추정한다(S150).
- [0035] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템에서 발화 위치 추정 과정을 개념적으로 도시한 것이다.
- [0036] 도 3을 참조하면, 제어부(300)는 IR 카메라(100)에서 감지된 화염 이미지로부터 화염 이미지의 무게 중심점을 구하고, 팬 틸트 서보 모터를 제어한다. 여기서, 제어부(300)는 IR 카메라의 화면 중심과 화염 이미지의 중심이 맞지 않을 경우, 팬 틸트 서보 모터를 구동하여 정렬 진행을 반복하도록 한다. 이후 IR 카메라 화면 중심과 화염 이미지의 중심이 일치될 경우, 카메라와 발화지점 간의 방위각도를 통해 발화지점의 위도 및 경도 정보를 산출한다.
- [0037] 제어부(300)는 IR 카메라(100)에서 촬영된 IR 이미지에서 발화 임계 온도를 감지하면, 이를 기반으로 화염 형상 이미지를 검출한다. 그리고, 화염 형상 이미지에서 중심 모멘트를 감지한다. 그리고, 화염 형상의 중심과 IR 카메라(100)에서 촬영된 화면 중심이 서로 일치하도록 정렬하기 위하여 구동부(200)를 구동시킨다. 이때, 제어부(300)는 IR 카메라(100)의 방위각을 조절하기 위하여 팬 틸트 서보 모터를 구동시킨다.
- [0038] 본 발명에서는 해석적 공간전방교회법을 이용하여 산불이나 야외 화재 등의 발생 위치를 추론하고자 하며, 필요한 입력 변수로는 2대 이상의 카메라의 설치 위치 정보와 각 카메라로부터 산불이 발생한 위치까지의 방위각 정보이다.
- [0039] 산과 같이 계곡이나 굴곡이 심한 지형에서의 정확한 위치 관측은 카메라 1대를 이용하여 위치를 추정할 경우 보조 매체가 필요하지만, 본 발명에서는 카메라 2대를 이용하므로 위치 추정의 정확도는 물론 화염 감지의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0040] 도 4는 IR 카메라의 화면 중심과 산불 발생 원점 사이의 각도 차이를 보여주는 도면이다.
- [0041] 도 4에서 보는 바와 같이, 산불 발생 초기에는 IR 카메라의 관찰 방향에 따라 산불 발생 원점까지의 방위각에 있어서 차이가 발생하므로, 정확한 방위각을 얻기 위한 방법이 필요하다. 이는 산불과 같이 원거리에서 발생한 화재의 경우 카메라의 추적 방위 각도에 약간의 오차가 있어도 발화 위치의 정확성에 문제점이 발생하기 때문이

다.

[0042] 본 발명에서는 팬 틸트 서보 모터가 적용된 IR 카메라를 이용하여 IR 카메라 화면과 산불 화염 이미지의 중심점 간의 방위각을 산출한다. 이를 위해 IR 카메라의 화면 중심과 산불 화염 이미지의 중심점의 위치를 비교하여, 중심에 정렬되어 있지 않을 경우, 팬 틸트 서보 모터를 0.1° 씩 가동하며 중심을 일치시키도록 한다. 그리고 총 이동한 각도를 초기 방위각에 더하여 현재 IR 카메라와 산불 원점 간의 방위각을 얻는다. 이렇게 2대의 IR 카메라로부터 얻어진 방위각을 해석적 공간 전방교회법을 이용하여 산불 발생 위치를 계산한다.

[0043] 산불 화염 이미지의 중심과 IR 카메라 화면 중심을 정렬하기 위해, 먼저 산불 화염 이미지의 중심점을 결정해야 하고, 이를 위해 입력된 IR 카메라에서 촬영된 이미지를 설정 온도에 따라 이진화 임계 처리를 진행한다.

[0044] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템에서 산불 화염의 중심 모멘트 추출 과정을 설명하기 위해 예시한 도면이다.

[0045] 도 5의 예시에서, 산불 화염 이미지에서 백색 영역을 설정 온도에 따라 이진화 임계 처리를 진행한다. 임계 처리된 영역에 대해서는 이미지 모멘트를 이용하여 무게 중심을 구한다. 이미지 모멘트를 이용하여 무게 중심을 구하는 이유는 산불 발생 영역의 경우, 화염의 모양이 일정하지 않아 단순히 영역의 가장 좌측 및 우측의 중간 값을 중심으로 결정하면 화염 객체의 비중이 가장 높은 부분을 벗어날 수 있기 때문이다.

[0046] 여기서 이미지 모멘트를 이용하여 중심을 구하기 위해 다음 수학적 식 1과 같이 공간 모멘트를 구하고, 수학적 식 2를 통해 x축 및 y축 상의 객체의 무게 중심을 구할 수 있다.

[0047] [수학적 식 1]

$$m_{ji} = \sum_{x,y} x^j y^i \cdot f(x,y)$$

[0048]

[0050] [수학적 식 2]

$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

[0051]

[0052] 수학적 식 1 및 수학적 식 2에서 픽셀의 밀집도가 f(x,y)인 2차원 이미지에 적용하면, 0차 모멘트 m_{10} , m_{01} 은 각각 x축과 y축의 분포 값이 되고, 이를 통해 객체의 중심을 구할 수 있다.

[0053] 도 5의 예시에서, 임계처리된 산불 화염 영역에 대해 중심점이 붉은색 점으로 표시되어 있다. 이처럼 본 발명에서는 산불 화염 영역과 같이 좌우가 비대칭이고 불규칙한 모양을 갖는 객체에 대해 중심 모멘트를 추출하는 방식으로 중심을 구할 수 있다.

[0054] 본 발명에서 산불이 발생한 위치를 IR 카메라를 통해 추론하기 위해 공간전방교회법을 이용한다. 공간전방교회법에는 공선조건식을 이용하는 방법과 해석적 공간전방교회법을 이용하는 방법이 있는데, 본 발명에서는 해석적 공간전방교회법을 이용한 방법을 제안한다.

[0055] 해석적 공간전방교회법은 기지점으로부터 미지점까지의 거리를 재기가 어려울 경우 사용할 수 있는 방법으로 각 기지점에서 교차되는 미지점까지의 거리를 계산할 수 있다. 이를 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0056] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 발화 위치 추정 시스템에서 공간 전방교회법의 적용 과정을 예시한 것이다. 도 6의 실시예에서, 카메라1과 카메라2의 위도 및 경도 정보를 미리 알고 있고, 카메라1의 위치를 원점으로 한 직교 좌표계를 가정한다.

[0057] 도 6에서 보는 바와 같이, 해석적 공간전방교회법을 적용하기 위하여, 미지점(발화지점) A(lat3, lon3)를 관찰하고 있는 두 대의 IR 카메라(카메라1, 카메라2)의 위도 및 경도 좌표는 각각 (lat1, lon1), (lat2, lon2)이다.

[0058] 그리고, 카메라1과 카메라2 간의 거리를 BL, 카메라1과 미지점 간의 상대적 방위각을 α_1 , 카메라2와 미지점 간의 상대적 방위각을 α_2 , 카메라1에서 미지점까지의 거리를 AL₁, 카메라2에서 미지점까지의 거리를 AL₂로 나타낼 수 있다.

[0059] 카메라1과 미지점 간의 상대적 방위각을 α_1 , 카메라2와 미지점 간의 상대적 방위각을 α_2 는 화염 중심 모멘트와

화면의 중심을 일치시켜서 얻을 수 있으며, α_3 는 미지점과 두 대의 IR 카메라(카메라1, 카메라2) 간의 방위각도이다.

[0060] [수학식 3]

$$AL_1 = BL \cdot \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_3}, \quad AL_2 = BL \cdot \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_3}$$

[0061]

[0062] 수학식 3을 통해 카메라1에서 미지점까지의 거리 AL_1 , 카메라2에서 미지점까지의 거리 AL_2 를 계산할 수 있다.

[0064] [수학식 4]

$$Ba_1 = \frac{\arctan\left(\frac{b}{a}\right) \times 180}{\pi}$$

$$a = \sin(lon2 - lon1) \cdot \cos(lat2)$$

$$b = \cos(lat1) \cdot \sin(lat2) - \sin(lat1) \cdot \cos(lat2) \cdot \cos(lon2 - lon1)$$

[0065]

[0066] 수학식 4를 통해 미지점과 카메라1과의 진방위 각도인 Ba_1 을 계산할 수 있다. 여기서, a는 카메라1의 진방위 좌표축을 기준으로 한 위도 거리이고, b는 카메라1의 진방위 좌표축을 기준으로 한 경도 거리이다.

[0067] 미지점의 위치를 나타내는 위도 및 경도 좌표를 ($lat3$, $lon3$)라고 하면, 다음과 같은 수학식으로 나타낼 수 있다. (단, R은 지구의 반지름=6,378,137 m이다.)

[0068] [수학식 5]

$$lat3 = \arcsin \left\{ \sin(lat1) \cdot \cos\left(\frac{AL_1}{R}\right) + \cos(lat1) \cdot \sin\left(\frac{AL_1}{R}\right) \cdot \cos(Ba_1) \right\}$$

$$lon3 = lon1 + \arctan \left\{ \frac{\cos\left(\frac{AL_1}{R}\right) - \sin(lat1) \cdot \sin(lat3)}{\sin(Ba_1) \cdot \sin\left(\frac{AL_1}{R}\right) \cdot \cos(lat1)} \right\}$$

[0069]

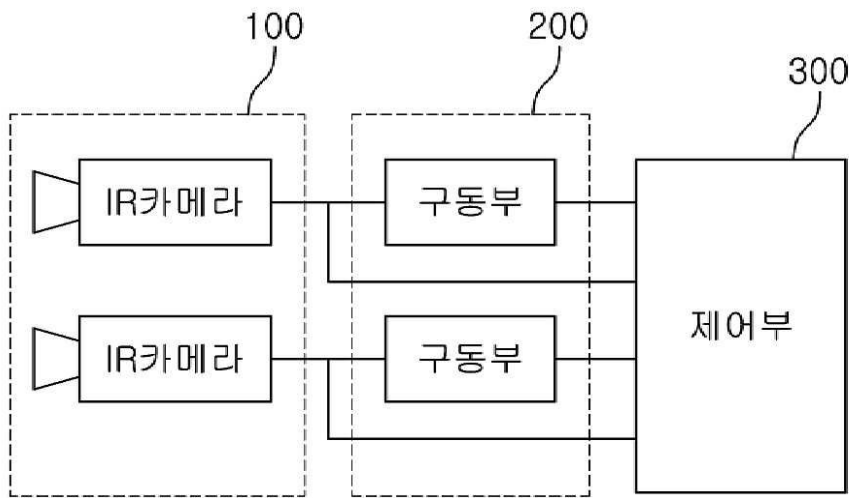
[0071] 이상 본 발명을 몇 가지 바람직한 실시 예를 사용하여 설명하였으나, 이들 실시 예는 예시적인 것이며 한정적인 것이 아니다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 본 발명의 사상과 첨부된 특허청구범위에 제시된 권리범위에서 벗어나지 않으면서 다양한 변화와 수정을 가할 수 있음을 이해할 것이다.

부호의 설명

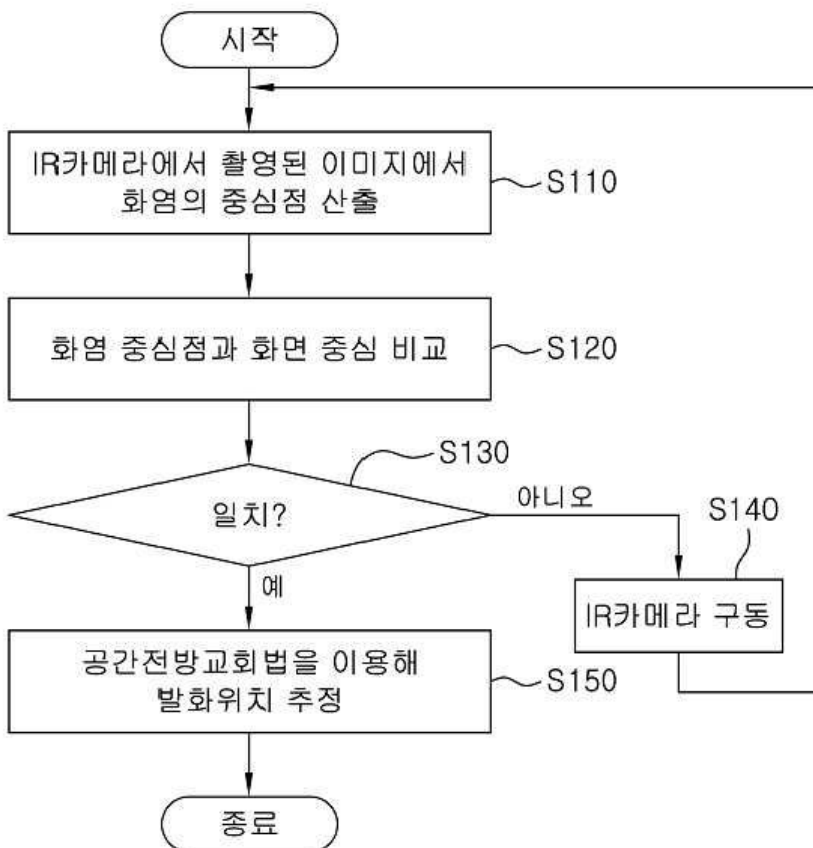
- [0073] 100 IR 카메라
- 200 구동부
- 300 제어부

도면

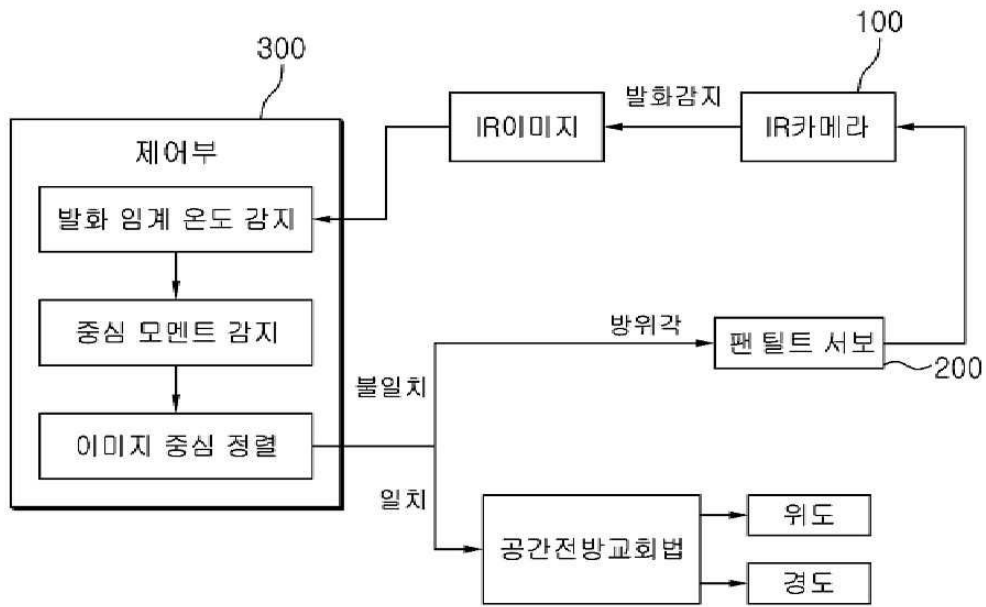
도면1



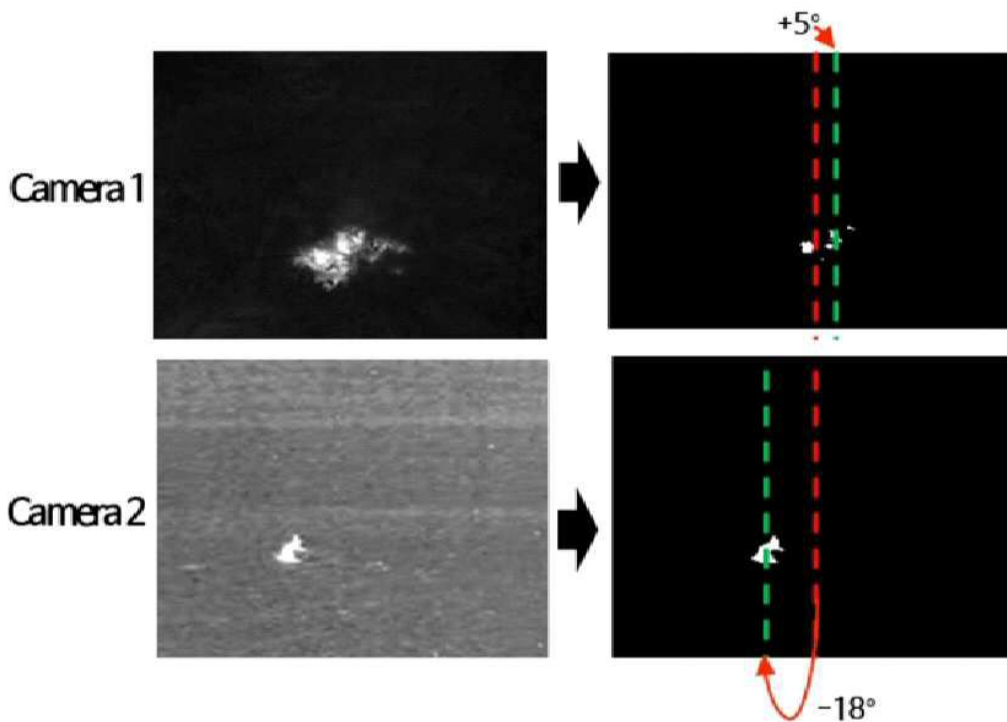
도면2



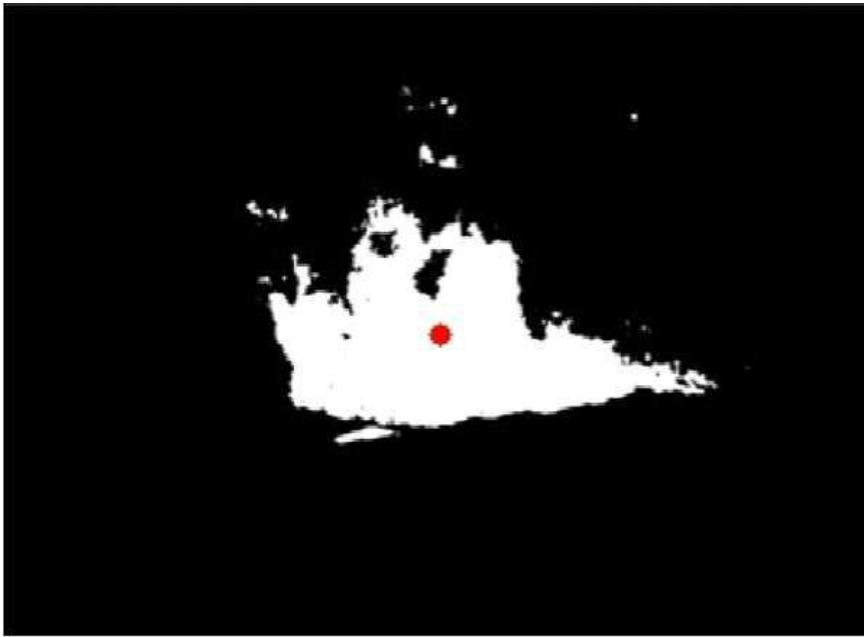
도면3



도면4



도면5



도면6

