



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0062176
(43) 공개일자 2023년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08B 21/18 (2006.01) G06Q 50/26 (2012.01)
G08B 25/14 (2006.01) H04N 7/18 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G08B 21/182 (2013.01)
G06Q 50/26 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0147174
(22) 출원일자 2021년10월29일
심사청구일자 2021년10월29일

(71) 출원인
(주)연함안전건설팅
서울특별시 강서구 허준로 217, 706동 2호 (가양동, 가양테크노타운)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
이동훈
경기도 고양시 일산서구 킨텍스로 284, 1907동 302호
이기춘
서울특별시 동대문구 전농로15길 39-5
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
청운특허법인

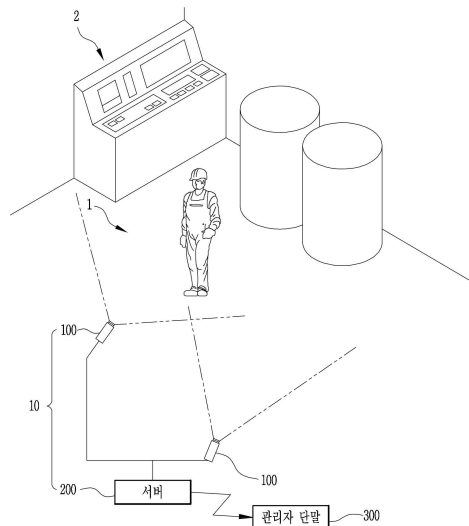
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템 및 이의 동작 방법

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 따르면, 산업현장을 촬영하여 열화상을 생성하는 카메라모듈, 및 상기 카메라모듈로부터 수신한 상기 열화상을 분석하여 설비에 이상 온도가 존재하는지 판단하는 서버를 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템 및 이의 동작방법을 제공하며, 이상 온도가 열화상에 나타나는 경우 설비이상 이벤트를 관리자에게 알려, 사고를 미연에 방지하거나 발생한 사고를 빠르게 대처할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G08B 25/14 (2013.01)

H04N 7/18 (2023.01)

(72) 발명자

주용택

경기도 김포시 고촌읍 김포대로 344, 902호

정종문

서울특별시 용산구 이촌로 181, 104동 101호

정동준

서울특별시 서대문구 연희로10길 43-7, 화이트빌E동 404호

고윤영

인천광역시 연수구 아트센터대로97번길 20, 1702동 1601호

김혜리

서울특별시 광진구 자양로13가길 8, 403호

백정석

서울특별시 마포구 토정로18길 11, 101동 701호

하선철

인천광역시 연수구 컨벤시아대로274번길 55, 2103동 801호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415175206

과제번호 20009265

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원

연구사업명 지식서비스산업기술개발사업

연구과제명 산업현장 화학물질 접촉 증상과 실시간 센서정보 융합 감지시스템(SEARCH) 지식서비

스 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)연합안전컨설팅

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

산업현장을 촬영하여 열화상을 생성하는 카메라모듈; 및

상기 카메라모듈로부터 수신한 상기 열화상을 분석하여 설비에 이상 온도가 존재하는지 판단하는 서버를 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 서버는

상기 카메라모듈로부터 수신한 광학영상 및 열화상을 저장하는 저장부;

상기 열화상을 분석하여 정상온도를 벗어난 온도가 감지되는지 판단하고, 정상온도를 벗어난 온도가 감지되는 경우 설비이상 이벤트의 발생을 출력하는 설비이상 판단부; 및

상기 설비이상 판단부에서 설비이상 이벤트의 발생을 출력하는 경우, 이상 이벤트의 발생을 관리자에게 알리는 알림부를 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 설비이상 판단부는

상기 열화상의 프레임에서 픽셀별로 그레이 스케일 값을 추출하여 그레이 스케일 매트릭스를 생성하고, 그레이 스케일 값의 최저값과 최대값에 매칭된 상기 열화상카메라의 최저 온도와 최고 온도를 이용하여 그레이 스케일 값을 온도로 변환하고, 픽셀의 온도를 정상온도와 비교하여 기준편차 이상의 차이가 존재하는 경우 설비이상 이벤트를 출력하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 정상온도는

픽셀별로 정상상태 적응기간동안 수집한 온도의 평균으로 정해지며,

상기 설비이상 판단부는

상기 정상온도를 벗어난 것으로 판단된 픽셀의 온도가 체온의 범위에 해당하는 경우, 설비이상 이벤트를 출력하지 않는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 설비이상 판단부는

상기 설비의 가동상태에 따라 상기 정상온도를 다르게 적용하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 설비이상 판단부는

상기 프레임을 하나 이상의 구역으로 분할하고, 상기 구역마다 기준편차, 고온 한계값, 저온 한계값, 정상온도, 판단 기준시간, 정상상태 적응기간을 다르게 설정하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템.

청구항 7

청구항 3에 있어서,

상기 알람부는

상기 열화상의 프레임에서 상기 정상온도를 벗어난 것으로 판단된 픽셀의 색상을 제1 색상으로 표시한 이미지와, 상기 열화상의 프레임과 동일한 방향을 촬영한 광학영상 이미지를 광학영상으로부터 추출하여 함께 관리자에게 제공하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템.

청구항 8

카메라모듈이 산업현장을 촬영하여 열화상을 생성하고 서버로 전송하는 영상 생성 단계;

상기 서버의 설비이상 판단부가 상기 열화상에서 인식한 온도가 정상온도를 벗어나는 경우 설비이상 이벤트가 발생한 것으로 판단하는 설비이상 판단단계; 및

상기 설비이상 판단부에서 설비이상 이벤트의 발생을 출력하는 경우, 상기 서버의 알람부가 이상 이벤트의 발생을 관리자에게 알리는 알람단계를 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 설비이상 판단단계는

열화상의 프레임의 픽셀별 그레이스케일 값을 현재온도로 변환하는 온도산출 단계; 및

정상 상태에서 누적된 온도의 평균으로 산출되는 정상온도와 현재온도의 편차를 계산하고 계산된 편차가 기준편차보다 크면 이상 온도가 존재하는 것으로 판단하는 편차 판단단계를 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 설비이상 판단단계는

상기 온도산출 단계 이후에, 현재온도가 체온 범위 내에 포함되는 경우 이상 온도가 발생하지 않은 것으로 판단하는 체온 판단단계를 더 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 설비이상 판단단계는

상기 온도산출 단계 이후에, 현재온도가 저온 한계값과 고온 한계값 사이에 포함되지 않는 경우 이상 온도가 존재하는 것으로 판단하는 한계 판단단계를 더 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 설비이상 판단단계는

상기 온도산출 단계 이후에, 현재시간이 정상상태 적응기간 이전인 경우 현재온도를 정상온도로서 저장부에 누적하여 저장하고, 누적된 정상온도를 평균하여 정상온도를 산출하는 정상온도 생성단계를 더 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법.

청구항 13

청구항 8에 있어서,

상기 영상 생성 단계 이전에 수행되며, 프레임의 구역, 기준편차, 고온 한계값, 저온 한계값, 정상온도, 판단 기준시간, 정상상태 적응기간 중에서 하나 이상을 설정하는 변수 설정단계를 더 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법.

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 편차 판단단계 이후에, 타이머를 이용하여 이상 온도가 존재하는 프레임 또는 시간을 카운팅하고, 타이머의 누적값이 판단 기준시간에 도달하는 경우 설비이상 이벤트가 발생한 것으로 판단하는 이벤트 판단단계를 더 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법.

청구항 15

청구항 8항에 있어서,

상기 알림단계는

전자메일을 통해 설비이상 이벤트를 전달하며, 이상 온도가 발생한 구역에 대한 정보를 전자메일 본문에 포함하고, 열화상의 프레임 이미지에 이상 온도가 발생한 픽셀을 표시한 이미지를 포함하는, 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템 및 이의 동작 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산업현장에서 사고에 의한 경제적 손실과 인명 손실이 발생하고 있다. 최근 정보통신기술(Information and Communication Technology)의 발전으로 산업현장의 사고를 자동으로 탐지하려는 시도가 존재한다. 종래의 산업현장 안전 관리 기술은 설비에 설치된 센서로부터 수집된 데이터를 분석하여 사고여부를 감지하는 것으로서 이용할 수 있는 데이터가 한정되어 있고 이용 범위가 좁은 문제가 있다.

[0003] 한편, 종래에 산업현장에서 이용되는 감시카메라 시스템(CCTV)은 영상 촬영 및 저장을 통하여 출입을 확인하는 등의 단순 목적으로 이용되어 왔다. 산업현장에서는 화재, 폭발, 유독가스 누출, 고온, 연기발생 등의 다양한 사고가 발생할 수 있다. 산업현장에서 이상여부를 검출하고 사고 발생 전에 미리 대처할 수 있기 위하여 산업현장에서 이상여부를 감지하기 위한 기술이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) KR 10-2015-0050752 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일실시예에 따른 목적은, 산업현장을 촬영하는 카메라로부터 수신한 열화상을 분석하여 정상범위를 벗어나는 온도가 측정되는 경우 이상 이벤트가 발생한 것으로 판단하는 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템 및 이의 동작 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템은, 산업현장을 촬영하여 열화상을 생성하는 카메라모듈, 및 상기 카메라모듈로부터 수신한 상기 열화상을 분석하여 설비에 이상 온도가 존재하는지 판단하는 서버를 포함할 수 있다.

[0007] 또한, 상기 서버는 상기 카메라모듈로부터 수신한 광학영상 및 열화상을 저장하는 저장부, 상기 열화상을 분석하여 정상온도를 벗어난 온도가 감지되는지 판단하고, 정상온도를 벗어난 온도가 감지되는 경우 설비이상 이벤트의 발생을 출력하는 설비이상 판단부, 및 상기 설비이상 판단부에서 설비이상 이벤트의 발생을 출력하는 경우, 이상 이벤트의 발생을 관리자에게 알리는 알림부를 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 설비이상 판단부는 상기 열화상의 프레임에서 픽셀별로 그레이 스케일 값을 추출하여 그레이 스케일 매트릭스를 생성하고, 그레이 스케일 값의 최저값과 최대값에 매칭된 상기 열화상카메라의 최저 온도와 최고 온도를 이용하여 그레이 스케일 값을 온도로 변환하고, 픽셀의 온도를 정상온도와 비교하여 기준편차 이상의 차이가 존재하는 경우 설비이상 이벤트를 출력할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 정상온도는 픽셀별로 정상상태 적응기간동안 수집한 온도의 평균으로 정해질 수 있다.

[0010] 또한, 상기 설비이상 판단부는 상기 정상온도를 벗어난 것으로 판단된 픽셀의 온도가 체온의 범위에 해당하는 경우, 설비이상 이벤트를 출력하지 않을 수 있다.

[0011] 또한, 상기 설비이상 판단부는 상기 설비의 가동상태에 따라 상기 정상온도를 다르게 적용할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 설비이상 판단부는 상기 프레임을 하나 이상의 구역으로 분할하고, 상기 구역마다 기준편차, 고온 한계값, 저온 한계값, 정상온도, 판단 기준시간, 정상상태 적응기간을 다르게 설정할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 알림부는 상기 열화상의 프레임에서 상기 정상온도를 벗어난 것으로 판단된 픽셀의 색상을 제1 색상으로 표시한 이미지와, 상기 열화상의 프레임과 동일한 방향을 촬영한 광학영상 이미지를 광학영상으로부터 추출하여 함께 관리자에게 제공할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법은, 카메라모듈이 산업현장을 촬영하여 열화상을 생성하고 서버로 전송하는 영상 생성 단계, 상기 서버의 설비이상 판단부가 상기 열화상에서 인식한 온도가 정상온도를 벗어나는 경우 설비이상 이벤트가 발생한 것으로 판단하는 설비이상 판단단계, 및 상기 설비이상 판단부에서 설비이상 이벤트의 발생을 출력하는 경우, 상기 서버의 알림부가 이상 이벤트의 발생을 관리자에게 알리는 알림단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 설비이상 판단단계는 열화상의 프레임의 픽셀별 그레이스케일 값을 현재온도로 변환하는 온도산출단계, 및 정상 상태에서 누적된 온도의 평균으로 산출되는 정상온도와 현재온도의 편차를 계산하고 계산된 편차가 기준편차보다 크면 이상 온도가 존재하는 것으로 판단하는 편차 판단단계를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 설비이상 판단단계는 상기 온도산출 단계 이후에, 현재온도가 체온 범위 내에 포함되는 경우 이상 온도가 발생하지 않은 것으로 판단하는 체온 판단단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 설비이상 판단단계는 상기 온도산출 단계 이후에, 현재온도가 저온 한계값과 고온 한계값 사이에 포함되지 않는 경우 이상 온도가 존재하는 것으로 판단하는 한계 판단단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 설비이상 판단단계는 상기 온도산출 단계 이후에, 현재시간이 정상상태 적응기간 이전인 경우 현재 온도를 정상온도로서 저장부에 누적하여 저장하고, 누적된 정상온도를 평균하여 정상온도를 산출하는 정상온도 생성단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜

알리는 시스템의 동작방법은, 상기 영상 생성 단계 이전에 수행되며, 프레임의 구역, 기준편차, 고온 한계값, 저온 한계값, 정상온도, 판단 기준시간, 정상상태 적응기간 중에서 하나 이상을 설정하는 변수 설정단계를 더 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 편차 판단단계 이후에, 타이머를 이용하여 이상 온도가 존재하는 프레임 또는 시간을 카운팅하고, 타이머의 누적값이 판단 기준시간에 도달하는 경우 설비이상 이벤트가 발생한 것으로 판단하는 이벤트 판단단계를 더 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 알림단계는 전자메일을 통해 설비이상 이벤트를 전달하며, 이상 온도가 발생한 구역에 대한 정보를 전자메일 본문에 포함하고, 열화상의 프레임 이미지에 이상 온도가 발생한 픽셀을 표시한 이미지를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.

[0023] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니 되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 일실시예에 따르면, 산업현장에서 정상범위를 벗어나는 온도가 측정된 경우 이상 이벤트가 발생한 것으로 판단하고, 관리자에게 이상 이벤트 발생을 자동으로 통보하여, 신속하게 사고를 예방하거나 사고에 대응하도록 지원할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템과 산업현장을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 3a는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법을 나타내는 흐름도이다.

도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법의 설비이상 판단단계를 구체적으로 나타내는 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템이 온도를 인식하는 과정을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템이 정상온도를 인식하는 과정을 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템이 정상온도와 현재 온도를 비교하는 과정을 설명하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템이 이상 온도가 발생한 영역을 표시하여 생성한 알람을 나타내는 도면이다.

도 8은 알림부가 관리자에게 제공하는 이상 온도가 발생한 열화상 프레임과 광학 프레임을 나타내는 도면이다.

도 9는 알림부가 이용하는 메일의 구조를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명의 일실시예의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "일면", "타면", "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이

하, 본 발명의 일실시예를 설명함에 있어서, 본 발명의 일실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

- [0027] 또한, 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니며, 단수의 표현은 문맥상 달리 명시하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다는 것을 알아야 한다.
- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 일실시예를 상세히 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)과 산업현장(1)을 나타내는 도면이다.
- [0030] 산업현장(1)은 공장, 연구소, 실험실, 화학플랜트, 정유플랜트, 자동화시설, 스마트팩토리 등의 다양한 실내 시설 뿐만 아니라, 항구, 항만, 물류허브, 하역장 등의 야외 시설들을 포함할 수 있다. 산업현장(1)에는 모터, 히터, 냉방기, 파이프, 증류기, 등 다양한 설비(2)들이 설치될 수 있다. 산업현장(1)에는 설비(2)를 이용하여 일하는 작업자, 관리자, 또는 방문자 등 다양한 사람(3)이 있을 수 있다. 산업현장(1)에서 발생하는 사고는 사람(3)을 다치게 하거나, 설비(2)를 파손시킬 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)은 산업현장(1)에서 발생할 수 있는 사고를 미리 방지하거나, 사고가 발생한 경우 빠르게 대처하기 위하여, 설비(2)에 발생하는 이상 이벤트를 감지하고 관리자에게 이상 이벤트의 발생을 알릴 수 있다. 관리자는 산업현장(1)의 안전책임자, 작업자 등을 포함할 수 있고, 소방서, 구급대, 구청 등의 공무원 등을 포함할 수 있다.
- [0031] 이상 이벤트는 설비이상 이벤트를 포함할 수 있다. 이상 이벤트는 유독가스 유출이나, 감전 등의 사고에 의해 사람(3)이 쓰러지거나, 심장마비, 뇌졸중 등의 질병에 의해 사람(3)이 쓰러져, 사람(3)이 바닥에 누워있는 경우를 포함할 수도 있다. 설비이상 이벤트는 산업현장(1) 내에서 정상온도를 벗어난 온도가 감지되는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 모터나 펌프의 과열로 인한 온도 상승, 화재로 인한 온도 상승, 냉각수의 유출로 인한 온도 하강 등의 이상 온도가 발생하는 경우 설비이상 이벤트가 발생한 것이다. 이상 온도는 정상온도를 벗어난 온도이며, 정상온도보다 높은 온도 또는 정상온도보다 낮은 온도를 포함할 수 있다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)을 나타내는 블록도이다. 도 1 및 도 2를 함께 참조한다.
- [0033] 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)은, 산업현장(1)을 촬영하여 열화상을 생성하는 카메라모듈(100), 및 카메라모듈(100)로부터 수신한 열화상을 분석하여 설비(2)에 이상 온도가 존재하는지 판단하는 서버(200)를 포함할 수 있다.
- [0034] 카메라모듈(100)은 설비(2) 또는 사람(3)이 존재하는 공간을 촬영하도록 산업현장(1)에 배치될 수 있다. 카메라모듈(100)은 산업현장(1)에 복수개 배치될 수 있다. 카메라모듈(100)은 서버(200)로부터 수신하는 제어신호에 따라 촬영 방향을 변경할 수 있다. 카메라모듈(100)은 하나 이상의 열화상카메라(120)를 포함할 수 있다. 카메라모듈(100)은 하나의 모듈에 광학카메라(110) 및 열화상카메라(120)를 함께 포함할 수 있다.
- [0035] 광학카메라(110)는 RGB 방식의 일반적인 디지털 카메라를 포함할 수 있다. 광학카메라(110)는 가시광선 영역에서 산업현장(1)을 촬영하여 사람(3)의 눈으로 인식가능한 광학영상을 생성할 수 있다. 열화상카메라(Infrared Camera, IR Camera, 120)는 적외선 영역을 촬영하는 디지털 카메라를 포함할 수 있다. 열화상카메라(120)는 적외선 영역에서 산업현장(1)을 촬영하여, 그레이스케일(GrayScale)의 열화상을 생성할 수 있다.
- [0036] 서버(200)는 산업현장(1)에 설치될 수 있다. 서버(200)는 카메라모듈(100)과 유선 또는 무선 네트워크를 통해 연결되어, 카메라모듈(100)이 생성한 영상을 수신할 수 있고, 카메라모듈(100)을 제어할 수 있다. 서버(200)는 정보처리기능을 갖는 컴퓨터 장치이다. 카메라모듈(100)과 서버(200)는 폐쇄회로(Closed Circuit)로 연결되거나, IP 주소를 이용한 암호화된 네트워크 등을 이용하여 연결될 수 있다.
- [0037] 서버(200)는 카메라모듈(100)로부터 수신한 광학영상 및 열화상을 저장하는 저장부(210), 열화상을 분석하여 정상온도를 벗어난 온도가 감지되는지 판단하고, 정상온도를 벗어난 온도가 감지되는 경우 설비이상 이벤트의 발생을 출력하는 설비이상 판단부(240), 설비이상 판단부(240)에서 설비이상 이벤트의 발생을 출력하는 경우, 이상 이벤트의 발생을 관리자에게 알리는 알람부(250)를 포함할 수 있다. 서버(200)는 유선 또는 무선 네트워크와 연결되어 데이터를 송수신하는 통신부(220), 관리자의 명령을 입력받거나 데이터나 정보를 관리자에게 제공하는 인터페이스부(230)를 더 포함할 수 있다.
- [0038] 저장부(210)는 광학영상, 열화상, 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및

표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)의 동작방법이 소프트웨어로 구현된 프로그램 코드, 그 밖에 필요한 데이터를 저장할 수 있다. 저장부(210)는 하드디스크, 메모리, 클라우드 저장장치, 데이터베이스 등을 포함할 수 있다.

- [0039] 통신부(220)는 카메라모듈(100), 관리자 단말(300), 서버(200) 사이에서 데이터를 송수신할 수 있도록, 유선 또는 무선 네트워크에 연결될 수 있다. 통신부(220)는 월드와이드웹(www), 이더넷(ethernet), IPv4, IPv6, LAN, WAN, 등의 알려진 통신방식을 이용할 수 있다. 통신부(220)는 wi-fi, bluetooth, zigbee, 등의 알려진 근거리 통신방식을 이용할 수도 있다.
- [0040] 인터페이스부(230)는 관리자의 명령을 수신할 수 있는 키보드, 마우스, 터치패널, 스위치 등의 입력장치를 포함할 수 있고, 관리자에게 정보를 제공할 수 있는 디스플레이, 스피커, 프린터 등의 출력장치를 포함할 수 있다.
- [0041] 설비이상 판단부(240), 알람부(250)는 프로그램 코드로 작성되어 서버(200)의 프로세서(Processor) 또는 그래픽 처리장치(GPU)에서 구동되는 방식으로 구현될 수도 있고, 서버(200) 내에 포함되는 독립된 컴퓨터 장치로 구현될 수도 있다.
- [0042] 설비이상 판단부(240)는 정상온도를 기준으로 산업현장(1)을 촬영한 열화상에 이상 온도가 촬영되었는지 여부를 판단한다. 열화상에 정상온도보다 높거나 낮은 이상 온도가 존재한다는 것은 설비(2)에 문제가 존재한다는 의미이다. 예를 들어, 설비(2)의 온도가 정상온도보다 상승하거나 하강하는 것은 사고 발생 가능성이 있음을 나타낸다. 설비(2)에 사고가 발생하여 화재 또는 누출이 발생하는 경우 설비(2) 이외의 영역에서 온도 변화가 발생할 수 있으며, 이는 사고 발생을 의미할 수 있다. 설비이상 판단부(240)는 이상 온도가 존재하는 픽셀에 관한 정보를 설비이상 이벤트와 함께 출력할 수 있다.
- [0043] 알람부(250)는 설비이상 판단부(240)에서 설비이상 이벤트의 발생을 출력하면, 관리자에게 이상 이벤트의 발생을 알리고, 이상 이벤트의 내용을 알릴 수 있다. 이상 이벤트의 내용은 이상 이벤트를 촬영한 카메라모듈(100)의 위치, 이상 이벤트 발생 시간, 이상 이벤트가 발생한 것으로 판단된 광학영상 또는 열화상의 프레임, 이상 이벤트에 대응하기 위한 가이드라인, 그 밖에 필요한 정보를 포함할 수 있다. 알람부(250)는 전화, 문자메세지, 이메일 등을 관리자 단말(300)로 자동으로 전송하거나, 디스플레이에 이상 이벤트의 발생을 표시하거나, 스피커를 통해 이상 이벤트의 발생을 소리로 알릴 수 있다.
- [0044] 알람부(250)는 설비이상 이벤트가 발생하면 이상 온도가 존재하는 픽셀의 정보에 기초하여, 이상 온도가 감지된 열화상의 프레임에 이상 온도가 존재하는 픽셀을 표시한 이미지를 관리자에게 제공할 수 있다. 예를 들어, 알람부(250)는 이상 온도가 감지된 부분을 하이라이트 또는 화살표로 표시한 이미지를 포함하는 메일을 자동으로 생성하고 관리자의 메일주소로 송신할 수 있다.
- [0045] 도 3a는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법을 나타내는 흐름도이다. 도 2 및 도 3a를 함께 참조한다.
- [0046] 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)의 동작방법은, 카메라모듈(100)의 광학카메라(110)가 산업현장(1)을 촬영하여 광학영상을 생성하고 서버(200)로 전송하며, 카메라모듈(100)의 열화상카메라(120)가 산업현장(1)을 촬영하여 열화상을 생성하고 상기 서버(200)로 전송하는 영상 생성 단계(S21), 서버(200)의 설비이상 판단부(240)가 열화상에서 인식한 온도가 정상온도를 벗어나는 경우 설비이상 이벤트가 발생한 것으로 판단하는 설비이상 판단단계(S22), 및 설비이상 판단부(240)에서 설비이상 이벤트의 발생을 출력하는 경우, 서버(200)의 알람부(250)가 이상 이벤트의 발생을 관리자에게 알리는 알람단계(S23)를 포함할 수 있다.
- [0047] 영상 생성 단계(S21), 설비이상 판단단계(S22)는 감시단계(S20)에 포함될 수 있다. 감시단계(S20)는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)의 동작방법이 수행되는 동안 실시간으로 반복 수행된다. 설비이상 판단단계(S22)는 설비이상 판단부(240)에서 수행될 수 있다. 알람부(250)는 설비이상 판단부(240)에서 이상 이벤트를 출력하는 경우 알람단계(S23)를 수행한다.
- [0048] 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법은, 상기 영상 생성 단계 이전에 수행되며, 프레임의 구역, 기준편차, 고온 한계값, 저온 한계값, 정상온도, 판단 기준시간, 정상상태 적응기간 중에서 하나 이상을 설정하는 변수 설정단계(S10)를 더 포함할 수 있다.
- [0049] 변수 설정단계(S10)는 감시단계(S20)가 수행되기 전에 설비이상 판단부(240)에서 수행될 수 있다. 변수 설정단

계(S10)는 관리자의 입력 또는 정해진 알고리즘에 따라 수행될 수 있다. 변수 설정단계(S10)는 관리자의 명령에 따라 임의의 순간에 수행될 수도 있다.

[0050] 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법의 설비이상 판단단계(S22)를 구체적으로 나타내는 흐름도이다.

[0051] 도 3에 도시된 바와 같이, 설비이상 판단단계(S22)는 열화상의 프레임의 픽셀별 그레이스케일 값을 현재온도로 변환하는 온도산출 단계(S110)를 포함할 수 있다. 그리고, 설비이상 판단단계(S22)는 온도산출 단계(S110) 이후에, 현재시간이 정상상태 적응기간 이전인 경우 현재온도를 정상온도로서 저장부(210)에 누적하여 저장하고, 누적된 정상온도를 평균하여 정상온도를 산출하는 정상온도 생성단계(S120), 현재온도가 체온 범위 내에 포함되는 경우 이상 온도가 발생하지 않은 것으로 판단하는 체온 판단단계(S130), 현재온도가 저온 한계값과 고온 한계값 사이에 포함되지 않는 경우 이상 온도가 존재하는 것으로 판단하는 한계 판단단계(S140), 정상 상태에서 누적된 온도의 평균으로 산출되는 정상온도와 현재온도의 편차를 계산하고 계산된 편차가 기준편차보다 크면 이상 온도가 존재하는 것으로 판단하는 편차 판단단계(S150), 타이머를 이용하여 이상 온도가 존재하는 프레임 또는 시간을 카운팅하고, 타이머의 카운터 누적값이 판단 기준시간에 도달하는 경우 설비이상 이벤트가 발생한 것으로 판단하는 이벤트 판단단계 중에서 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0052] 온도산출 단계(S110)이후에, 정상온도 생성단계(S120)를 수행하여 설비(2)의 정상 상태에서의 온도를 인식하고, 체온 판단단계(S130), 한계 판단단계(S140), 편차 판단단계(S150)을 순서대로 수행하여 이상 온도가 존재하는지 판단할 수 있다. 이상 온도 존재로 판단되는 경우(S160), 이벤트 판단단계(S170)를 수행하여, 판단 기준시간보다 오래 이상 온도가 유지된다고 판단되면 설비이상 이벤트가 존재(S180)하는 것으로 판단하고, 설비이상 판단부(240)는 이상 이벤트의 존재를 출력할 수 있다.

[0053] 도 2, 도 3b 및 도 4를 참조하여 온도산출 단계(S110)를 설명한다.

[0054] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)이 온도를 인식하는 과정을 설명하는 도면이다.

[0055] 카메라모듈(100)의 열화상카메라(120)는 적외선 영역에서 산업현장(1)을 촬영하여 열화상을 생성한다. 생성된 열화상은 서버(200)의 저장부(210)에 저장된다. 열화상은 그레이스케일로 생성된다. 도 4에 도시된 프레임(Frame)은 본 발명의 일실시예의 설명을 위하여 열화상에서 임의로 추출한 프레임이다. 프레임은 각 픽셀마다 그레이스케일 값(Gray Scale Value)이 존재한다.

[0056] 설비이상 판단부(240)는 설비이상 판단단계(S22)를 수행한다. 설비이상 판단부(240)는 설비이상 판단단계(S22)에서 열화상의 프레임에서 픽셀별로 그레이스케일 값을 추출하여 그레이스케일 매트릭스를 생성하고, 그레이스케일 값의 최저값과 최대값에 매칭된 상기 열화상카메라(120)의 최저 온도와 최고 온도를 이용하여 그레이스케일 값을 온도로 변환하고, 픽셀의 온도를 정상온도와 비교하여 기준편차 이상의 차이가 존재하는 경우 설비이상 이벤트를 출력할 수 있다.

[0057] 먼저, 설비이상 판단부(240)는 온도산출 단계(S110)를 수행한다. 온도산출 단계(S110)에서, 프레임의 각 픽셀의 그레이스케일 값을 추출하여 그레이스케일 매트릭스(Gray Scale Matrix)를 생성한다. 그레이스케일 매트릭스는 프레임의 가로 및 세로 픽셀의 수에 따라 매트릭스의 행과 열의 수가 결정될 수 있다. 그레이스케일 매트릭스는 프레임과 1:1로 대응될 수 있다. 프레임의 크기가 (m,n)일 때, 그레이스케일 매트릭스는 (m by n)의 매트릭스 형태로 형성될 수 있다. 그레이스케일 매트릭스는 저장부(210)에 저장될 수 있다. 그레이스케일 매트릭스는 0에서 255의 값을 나타낼 수 있고, 0인 경우 흰색을, 255인 경우 검정색을 나타낼 수 있다.

[0058] 다음으로, 픽셀의 그레이스케일 값을 온도로 변환하여 온도 매트릭스를 생성한다. 열화상카메라(120)는 측정 가능한 최고온도(Tmax)와 최저온도(Tmin)가 결정되어 있다. 열화상카메라(120)는 설정된 최고온도와 최저온도의 비율에 따라 그레이스케일 값을 계산하여 그레이스케일의 열화상을 생성한다. 따라서 역으로 그레이스케일 값을 최고온도와 최저온도의 비율에 따라 실제 온도로 변환할 수 있다. 그레이스케일 값을 온도로 변환하는 것은 아래 수식식 1을 이용한다.

수학식 1

$$T_{ij}(t) = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{255} \times G_{ij}(t) + T_{\min}$$

[0059]

[0060]

$T_{i,j}(t)$: t시간의 프레임에서 (i,j) 픽셀의 현재 온도, T_{\max} : 열화상카메라에 설정된 최고 온도, T_{\min} : 열화상카메라에 설정된 최저 온도, $G_{i,j}(t)$: t시간의 프레임에서 (i,j) 픽셀의 그레이스케일 값. 255: 그레이스케일 값의 최저값과 최고값의 개수

[0061]

온도산출 단계(S110)를 수행하면, 현재시간(t)의 열화상의 프레임에서, 각 픽셀의 온도를 산출할 수 있다.

[0062]

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)이 정상온도를 인식하는 과정을 설명하는 도면이다. 도 3b, 도 5를 함께 참조한다.

[0063]

본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템의 동작방법의 설비이상 판단단계(S22)는 온도산출 단계(S110) 이후에, 현재시간이 정상상태 적응기간 이전인 경우 현재온도를 정상온도로서 저장부에 누적하여 저장하고, 누적된 정상온도를 평균하여 정상온도를 산출하는 정상온도 생성단계(S120)를 더 포함할 수 있다.

[0064]

설비이상 판단부(240)가 픽셀의 현재 온도와 정상온도를 비교할 때, 정상온도는 미리 측정되어 기억되어 있는 값이다. 정상 상태는 산업현장(1)에 사고 또는 오작동이 없는 상태를 말한다. 정상온도 생성단계(S120)는 정상 상태의 온도를 수집하고 평균하여 정상온도를 생성하는 과정이다. 정상온도는 픽셀별로 정상상태 적응기간 동안 수집한 온도의 평균으로 정해질 수 있다. 정상온도는 범위로 정해질 수도 있다. 정상상태 적응기간은 정상 상태의 온도 데이터를 축적하는 기간이다. 정상상태 적응기간은 시간 또는 프레임의 개수로 정해질 수 있다.

[0065]

먼저, 열화상 프레임의 현재시간(t)과 정상상태 적응기간(t_{set})을 비교하는 단계(S121)를 수행한다. 현재시간(t)이 정상상태 적응기간(t_{set}) 초과하는 경우(Y1) 이미 정상온도를 획득하는 기간이 지난 것이므로 체온 판단단계(S130), 한계 판단단계(S140), 편차 판단단계(S150) 중의 하나를 수행할 수 있다. 열화상 프레임의 현재시간(t)이 정상상태 적응기간(t_{set})을 초과하지 않는 경우(N1), 정상 상태의 온도를 누적하는 기간에 해당한다. 온도 산출 단계(S110)에서 생성한 픽셀별 온도를 정상 상태의 온도로서 저장부(210)에 저장하는 정상상태 온도 누적단계(S122)를 수행한다. 정상상태 온도 누적단계(S122)이후에, 지금까지 누적된 정상 상태의 온도를 평균하여 정상온도를 산출한다. 정상온도는 정상 상태의 산업현장(1)을 촬영하여 생성된 열화상에서 정상상태 적응기간 동안의 각 픽셀의 온도를 평균하여 구할 수 있다. 정상상태 적응기간동안은 정상 상태의 온도를 누적하면서 평균하여 정상온도를 산출하는 과정을 반복할 수 있다. 정상상태 적응기간이 지나면 마지막으로 산출된 정상온도를 이용하여 편차 판단단계(S150)를 수행할 수 있다.

[0066]

구체적으로, 설비이상 판단부(240)는 열화상에서 시간(t)에 따라 복수의 프레임을 획득하고, 프레임의 픽셀마다 각각 온도를 평균하여 평균 온도 매트릭스를 생성할 수 있다. 예를 들어, 프레임 1(Frame 1)부터 프레임 6(Frame6)까지 6개의 프레임에서 6개의 픽셀 1(P1)의 온도를 획득하여 평균하여 픽셀 1(P2)의 정상온도를 획득할 수 있고, 동일한 방법으로 픽셀 2(P2), 픽셀 3(P3)의 정상온도를 획득할 수 있다.

[0067]

픽셀별 정상온도는 아래 수학식 2를 이용하여 산출할 수 있다.

수학식 2

$$Ta_{ij}(t) = \frac{1}{t} \sum_{x=1}^t T_{ij}(x) \quad (t \leq t_{set})$$

[0068]

- [0069] $T_{i,j}(t)$: 정상상태 적응기간동안 프레임에서 (i,j) 픽셀의 평균 온도, $T_{i,j}(x)$: x 시간의 프레임에서 (i,j) 픽셀의 온도, t_{set} : 정상상태 적응기간
- [0070] 정상온도는 평균 온도 매트릭스의 형태로 저장될 수 있다. 설비이상 판단부(240)는 각 픽셀마다 정상온도를 획득하여, 정상온도 매트릭스를 생성할 수 있다. 정상온도 매트릭스는 산업 현장에 따라 다를 수 있고, 작업 환경에 따라 다를 수 있으며, 작업 공정의 단계에 따라 다를 수 있다.
- [0071] 다시 도 3b를 참조한다. 설비이상 판단단계(S22)는 현재시간이 정상상태 적응기간을 지난 것으로 판단되면(Y1), 체온 판단단계(S130)를 수행할 수 있다. 산업현장(1)에는 작업자가 존재하고, 작업자가 열화상에 촬영되면 작업자의 존재로 인하여 픽셀의 온도가 변화한다. 작업자에 해당하는 픽셀의 온도 변화를 설비(2)의 이상 온도로 판단하는 것은 바람직하지 않다. 따라서, 설비이상 판단부(240)는 해당 픽셀의 온도가 사람(3)의 체온 범위에 해당하는 경우 이상 온도가 발생한 것으로 판단하지 않는다.
- [0072] 체온 판단단계(S130)는 픽셀의 온도와 체온의 범위를 비교하여, 픽셀의 온도가 체온의 범위를 벗어나는지 판단한다. 픽셀의 온도가 체온의 범위를 벗어나지 않는 경우(N2), 이상 온도가 발생한 것으로 판단하지 않는다. 픽셀의 온도가 체온의 범위를 벗어나는 경우(Y2), 한계 판단단계(S140) 또는 편차 판단단계(S150)를 수행할 수 있다. 현재 온도가 체온의 범위를 벗어나는 온도라면 설비(2)에 이상이 발생하였는지 판단하기 위하여 다른 판단 단계를 수행하는 것이다.
- [0073] 설비이상 판단단계(S22)는 현재시간이 정상상태 적응기간을 지난 것으로 판단되고(Y1), 현재온도가 체온의 범위를 벗어나는 온도라고 판단되면(Y2) 한계 판단단계(S140)를 수행할 수 있다.
- [0074] 한계 판단단계(S140)에서, 설비이상 판단부(240)는 임의의 픽셀의 현재온도가 저온 한계값과 고온 한계값 사이에 포함되지 않는 경우(N3) 이상 온도가 존재(S160)하는 것으로 판단할 수 있다. 고온 임계값은 정해진 온도 이상의 온도를 감지하기 위한 기준 값이다. 임의의 픽셀의 현재온도가 고온 임계값을 초과하는 경우(N3) 이상 온도가 발생한 것으로 판단될 수 있다. 저온 임계값은 정해진 온도 이하의 온도를 감지하기 위한 기준 값이다. 임의의 픽셀의 현재온도가 저온 임계값 미만인 경우(N3) 이상 온도가 발생한 것으로 판단될 수 있다. 임의의 픽셀의 현재온도가 저온 임계값 이상이고 고온 임계값 이하인 경우(Y3), 과도하게 낮거나 높은 온도가 아니므로 편차 판단단계(S150)를 수행하여 이상 온도가 존재하는지 판단한다.
- [0075] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)이 정상온도와 현재 온도를 비교하는 과정을 설명하는 도면이다.
- [0076] 편차 판단단계(S150)는, 정상온도와 현재온도의 편차를 계산하는 편차 계산단계, 및 계산된 편차와 기준편차를 비교하여 계산된 편차가 기준편차보다 큰 경우(Y4) 이상 온도가 존재하는 것으로 판단하고, 계산된 편차가 기준편차보다 작은 경우(N4) 이상 온도가 존재하지 않는 것으로 판단하는 비교단계를 포함할 수 있다. 기준편차는 이상 온도를 감지하기 위한 온도 편차의 기준 값이다.
- [0077] 정상온도는 설비이상 판단부(240)에 의해 결정되어 저장부(210)에 저장된 값이다. 도 5를 참조하여 설명한 바와 같이, 복수의 프레임에서 각 픽셀의 온도를 평균하여 정상온도 매트릭스(본 명세서에서 평균 온도 매트릭스, Average Temperature Matrix로도 기재한다)를 생성할 수 있다.
- [0078] 설비이상 판단부(240)는 실시간으로 생성되는 열화상의 프레임에 대해, 픽셀 별로 해당 프레임의 현재온도와 정상온도 값을 비교한다. 이때, 정상온도와 현재온도의 온도 편차를 산출한다. 임의의 픽셀의 온도와 정상온도를 비교한 온도 편차가 기준편차보다 큰 경우 이상 온도가 발생한 것으로 판단할 수 있다. 다르게 설명하면, 실시간으로 생성되는 열화상의 프레임마다 온도 매트릭스가 생성되고, 온도 매트릭스를 정상온도 매트릭스(평균 온도 매트릭스)와 비교하여 기준편차 이상의 온도 편차가 발생한 픽셀은 이상 온도가 발생한 것으로 판단하는 것이다.
- [0079] 픽셀별 온도 편차는 아래 수학식 3을 이용하여 산출할 수 있다.

수학적식 3

$$\Delta T_{ij}(t) = |T_{ij}(t) - T_{a_{ij}}(t)|$$

[0080]

[0081]

$\Delta T_{i,j}(t)$: t시간의 프레임에서 (i,j) 픽셀의 온도 편차, $T_{a_{i,j}}(t)$: 정상상태 적응기간동안 프레임에서 (i,j) 픽셀의 평균 온도, $T_{i,j}(t)$: t시간의 프레임에서 (i,j) 픽셀의 현재 온도

[0082]

한편, 설비이상 판단부(240)는 설비이상 판단단계(S22)에서 설비(2)의 가동상태에 따라 정상온도를 다르게 적용할 수 있다.

[0083]

설비(2)의 가동상태는 공정의 단계에 따라 다를 수 있다. 예를 들어, 고온이 필요한 공정에서는 정상온도가 고온이며, 동일한 설비(2)가 동작하지 않을 때는 산업현장(1)의 실온이 정상온도일 수 있다. 따라서 설비이상 판단부(240)는 설비(2)의 동작상태에 관한 정보에 기초하여, 설비(2)의 동작상태마다 복수의 정상온도를 인식하고 저장부(210)에 저장해놓을 수 있다. 그리고, 설비(2)가 정해진 동작 상태에 진입한 경우, 설비이상 판단부(240)는 진입한 동작 상태의 정상온도에 따라 이상 온도 여부를 판단할 수 있다.

[0084]

다시 도 3b를 참조한다. 체온 판단단계(S130), 한계 판단단계(S140), 편차 판단단계(S150)를 거쳐 이상 온도가 존재하는 것으로 판단되는 경우(S160), 현재시간(t)의 프레임에서 이상 온도가 존재하는 것으로 판단한 것이다. 이상 온도는 다양한 원인으로 인하여 일시적으로 열화상에 나타날 수 있다. 이상 온도가 발생한 것이 의미있는 기간동안 유지되는 경우에 설비(2)에 이상이 발생한 것으로 판단하는 것이 바람직하다. 따라서 이상 온도가 얼마나 지속되는지 판단하기 위한 이벤트 판단단계(S170)를 수행한다. 설비이상 판단부(240)는 정해진 프레임마다 또는 정해진 시간마다 이상 온도의 발생 여부를 판단하는데, 정해진 판단 기준시간보다 길게 이상 온도가 유지되는 경우 최종적으로 이상 온도가 발생한 것으로 판단하고, 설비이상 이벤트를 출력(S180)할 수 있다.

[0085]

판단 기준시간은 이상 온도로 판단하기 위하여 온도가 지속되어야하는 시간이다. 임의의 픽셀의 온도가 정상온도를 벗어난 상태로 판단 기준시간보다 긴 시간동안 지속되는 경우, 이상 온도가 발생한 것으로 판단할 수 있다. 설비이상 판단부(240)는 임의의 픽셀에서 이상 온도가 발생한 것으로 판단하는 경우(S160), 타이머가 활성화되어 있는지 확인하고(S171), 타이머가 비활성화 상태인 경우(N5) 타이머를 활성화한다(S172). 타이머가 활성화된 상태인 경우(Y5) 타이머 카운터를 1만큼 증가시킨다(S173). 타이머가 활성화되면(S172) 타이머 카운터에는 1값이 부여된다. 이상 온도가 존재하는 것으로 판단되는 프레임이 연속으로 존재하는 경우 카운터가 계속하여 증가(S173)한다. 카운터를 증가시킨 다음, 카운터 값이 판단 기준시간에 도달하였는지 판단한다(S174). 카운터 값이 판단 기준시간에 도달한 경우(Y6) 이상 온도가 정해진 시간만큼 유지된 것이므로 설비이상 판단부(240)는 설비이상 이벤트를 출력한다. 카운터 값이 판단 기준시간에 도달하지 않은 경우(N6) 이상 온도가 정해진 시간만큼 유지되지 않은 상태이므로 다음 프레임에 이상 온도가 존재하는지 판단한다.

[0086]

체온 판단단계(S130)에서 현재온도가 체온 범위를 벗어나지 않은 경우(N2) 또는 편차 판단단계(S150)에서 현재온도와 정상온도의 온도 편차가 기준편차보다 작은 경우(N4)는 이상 온도가 존재하지 않는 것이다. 따라서 타이머를 초기화한다(S175).

[0087]

설비이상 판단부(240)는 한번 설비이상 이벤트를 출력한 다음에도, 계속하여 정해진 판단 기준시간보다 길게 이상 온도가 유지되는 경우, 설비이상 이벤트를 반복적으로 출력할 수 있다. 설비이상 이벤트가 반복적으로 출력되면, 알람부(250)는 알람을 반복적으로 송출할 수 있다.

[0088]

설비이상 판단부(240)는 프레임을 하나 이상의 구역으로 분할하고, 구역마다 기준편차, 고온 한계값, 저온 한계값, 정상온도, 판단 기준시간, 정상상태 적응기간을 다르게 설정할 수 있다.

[0089]

설비이상 판단부(240)는 프레임에서 구역을 분할할 수 있다. 예를 들어, 프레임을 균등하게 4등분하여 4개의 구역을 설정할 수 있다. 또는 프레임을 균등하게 9등분하여 9개의 구역을 설정할 수 있다. 또는 프레임에서 제1 설비가 촬영되는 영역과 제2 설비가 촬영되는 영역을 나누어 다수의 구역을 설정할 수 있다. 복수의 구역에는 구역마다 번호가 부여될 수 있다.

[0090]

설비이상 판단부(240)는 기준편차, 고온 임계값, 저온 임계값, 정상온도, 판단 기준시간, 정상상태 적응기간을 구역마다 다르게 설정할 수 있다. 예를 들어, 제1 구역은 고온 임계값과 저온 임계값이 제2 구역보다 높게 설정

될 수 있다. 또는 제3 구역은 제4 구역보다 기준편차가 크게 설정될 수 있다.

- [0091] 구역의 설정, 기준편차, 고온 임계값, 저온 임계값, 정상온도의 설정, 판단 기준시간, 정상상태 적응기간은 카메라모듈마다 다르게 설정될 수 있다.
- [0092] 산업현장(1)에는 다양한 설비(2)가 설치되어 있을 수 있고, 설비(2)마다 정상 온도가 다를 수 있다. 따라서 구역을 설정하고, 구역마다 기준편차, 고온 임계값, 저온 임계값, 정상온도, 판단 기준시간, 정상상태 적응기간을 다르게 설정하여 산업현장(1)에 따라 알맞는 감시를 수행할 수 있다.
- [0093] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템(10)이 이상 온도가 발생한 영역을 표시하여 생성한 알람을 나타내는 도면이다.
- [0094] 열화상에서 이상 온도가 발생하면 설비이상 판단부(240)는 설비이상 이벤트를 출력하고, 알람부는 설비이상 이벤트에 기초하여 관리자에게 이상 온도가 발생한 내용을 알린다. 알람부(250)는 설비이상 이벤트가 출력되는 경우, 이상 온도가 발생한 픽셀의 좌표, 이상 온도가 발생한 픽셀을 포함하는 구역의 번호, 이상 온도가 발생한 프레임, 프레임의 시간, 이상 온도를 촬영한 카메라모듈(100)의 위치, 이상 온도를 촬영한 카메라모듈(100)의 광학카메라(110)가 촬영한 광학영상의 동일 시간대 프레임 등 설비이상 이벤트에 관련된 정보들을 수집하고 가공하여 관리자에게 제공할 수 있다.
- [0095] 알람부(250)는 이상 온도가 발생한 픽셀의 위치를 프레임에 제1 색상으로 표시하고, 이상 온도가 발생한 픽셀의 좌표, 이상 온도가 발생한 픽셀에 해당하는 산업현장(1)의 좌표를 기재한 메일을 자동으로 생성하여 관리자에게 제공할 수 있다. 저장부(210)에는 카메라모듈(100)이 촬영하는 방향에 따라, 산업현장(1)의 위치와 카메라모듈(100)이 촬영하는 영상의 프레임의 좌표를 매칭할 수 있는 정보가 저장되어 있다. 알람부(250)는 이상 온도가 발생한 카메라모듈(100)의 위치, 카메라모듈(100)의 방향, 이상 온도가 발생한 픽셀 좌표에 기초하여, 프레임에 대응하는 산업현장(1)의 실제 좌표를 산출할 수 있다.
- [0096] 이상 온도가 발생한 픽셀의 위치를 표시하는 제1 색상은 그레이스케일이 아니라 유채색을 이용할 수 있다. 예를 들어, 고온의 이상 온도가 발생한 경우 빨간색을 이용할 수 있고, 저온의 이상 온도가 발생한 경우 파란색을 이용할 수 있다. 또는, 그레이스케일의 프레임에서 해당 위치에 화살표를 표시하거나, 해칭으로 이상 온도가 발생한 영역을 표시할 수도 있다. 이상 온도가 발생한 부분을 중심으로 무채색 또는 유채색의 박스를 표시할 수도 있다.
- [0097] 관리자는 알람부(250)가 제공한 정보에 기초하여, 산업현장(1)에서 이상이 발생한 위치를 쉽게 인식할 수 있고, 필요한 조치를 즉시 수행할 수 있다.
- [0098] 도 8은 알람부(250)가 관리자에게 제공하는 이상 온도가 발생한 열화상 프레임과 광학 프레임을 나타내는 도면이다.
- [0099] 알람부(250)는 열화상의 프레임에서 정상온도를 벗어난 것으로 판단된 픽셀의 색상을 제1 색상으로 표시한 이미지와, 열화상의 프레임과 동일한 방향을 촬영한 광학영상 이미지를 광학영상으로부터 추출하여 함께 관리자에게 제공할 수 있다.
- [0100] 열화상의 프레임은 그레이스케일의 이미지이고, 온도에 따라 그레이스케일 값이 달라지는 이미지이다. 따라서 물체의 형상과 무관하게 온도에 의해 이미지가 생성되므로, 관리자가 그레이스케일의 이미지만을 보고 산업현장(1)의 해당 위치를 곧바로 인식하기 어려울 수 있다. 알람부(250)는 열화상 프레임에서 이상 온도가 발생한 부분의 픽셀을 제1 색상, 화살표, 원 등으로 표시하고, 동일한 시점에서 동일한 방향을 촬영한 광학영상 프레임에서 이상 온도가 발생한 부분의 픽셀을 제1 색상, 화살표, 원 등으로 표시하여, 관리자에게 제공할 수 있다. 관리자는 광학영상 프레임과 열화상 프레임을 함께 확인하여, 이상 온도가 발생한 지점을 쉽게 인식할 수 있다. 제1 색상은 유채색일 수 있다.
- [0101] 도 9는 알람부(250)가 이용하는 메일의 구조를 나타내는 도면이다.
- [0102] 알람단계(S23)는 전자메일을 통해 설비이상 이벤트를 전달하며, 이상 온도가 발생한 구역에 대한 정보를 전자메일 본문에 포함하고, 열화상의 프레임 이미지에 이상 온도가 발생한 픽셀을 표시한 이미지를 포함할 수 있다.
- [0103] 전자메일을 이용하여 제공되는 메시지 구조는 메일 헤더(Mail Header, 910)와 메일 바디(Mail Body, 920)로 구성될 수 있다.
- [0104] 메일 헤더(910)에는 송신자 메일 주소(Sender Mail Address, 911), 수신자 메일 주소(Receiver Mail Address,

912), 카메라 IP 주소(Camera IP Address, 913), 이벤트 플래그(Event Flags, 914), 포트(Port, 915), 타임스탬프(Timestamp, 916)를 포함할 수 있다.

[0105] 송신자 메일 주소(911)와 수신자 메일 주소(912)은 각각 정보 알람 메일의 송신자와 수신자의 메일 주소를 나타내고, 카메라 IP 주소(913)은 해당 정보에 해당하는 이상 온도 변화를 감지한 카메라(100)의 IP 주소를 나타내며, 이벤트 플래그(914)는 설비이상 이벤트가 발생한 점, 온도 편차 초과, 고온, 저온 등 이상 온도 변화의 원인을 나타내는 용도로 사용될 수 있다. 그리고 포트(915)는 이메일 전송 채널의 포트 번호를 나타내고, 타임스탬프(916)은 해당 정보가 발생한 시각을 나타낸다.

[0106] 메일 바디(920)에는 메일 제목(Title, 921), 구역 정보(Sector Information, 922), 이미지(Image, 923)가 포함된다. 메일 제목(921)은 이상 온도 변화 경고 메일의 제목을 나타내고, 구역 정보(922)는 카메라의 프레임에서 이상 온도 변화가 감지된 구역을 나타내며, 이미지(923)에는 열화상 프레임에 이상 온도 변화가 감지된 구역, 픽셀, 좌표 등을 표시한 이미지, 및 동일한 방향을 촬영한 광학이미지 등을 포함할 수 있다.

[0107] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함은 명백하다고 할 것이다.

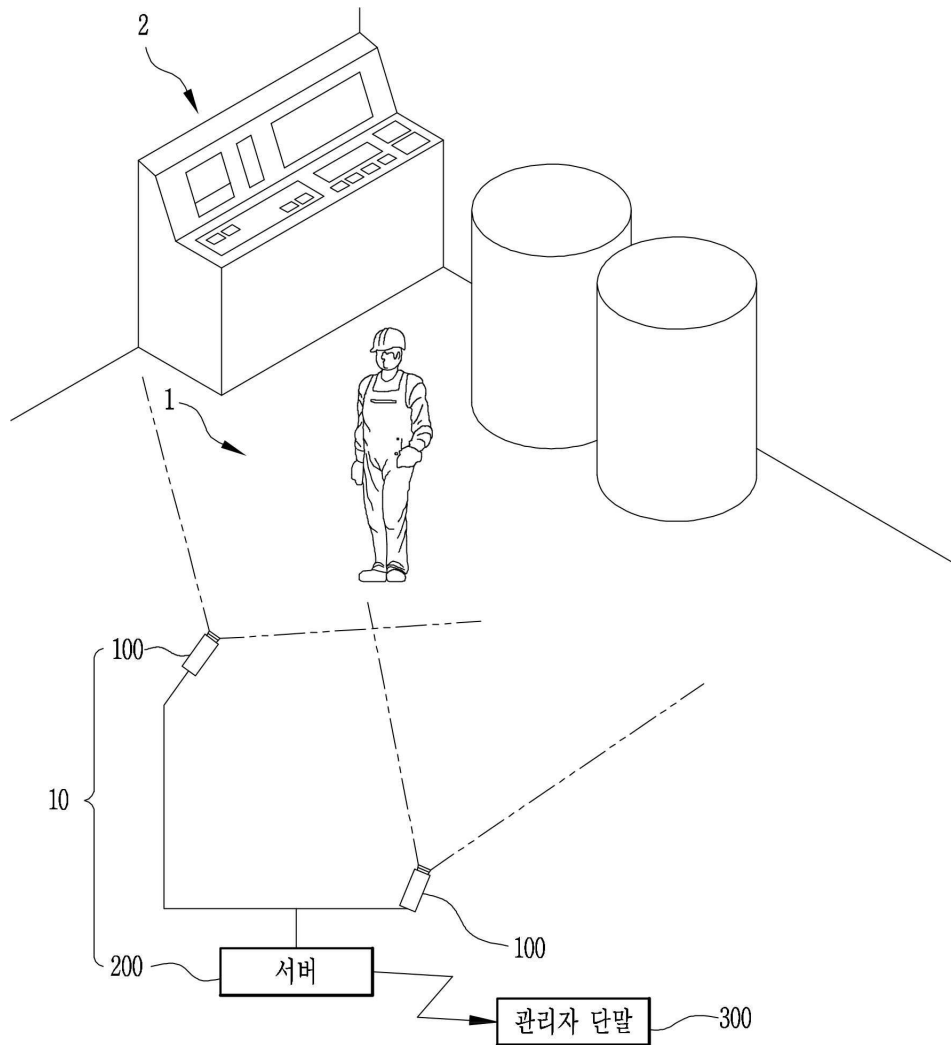
[0108] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

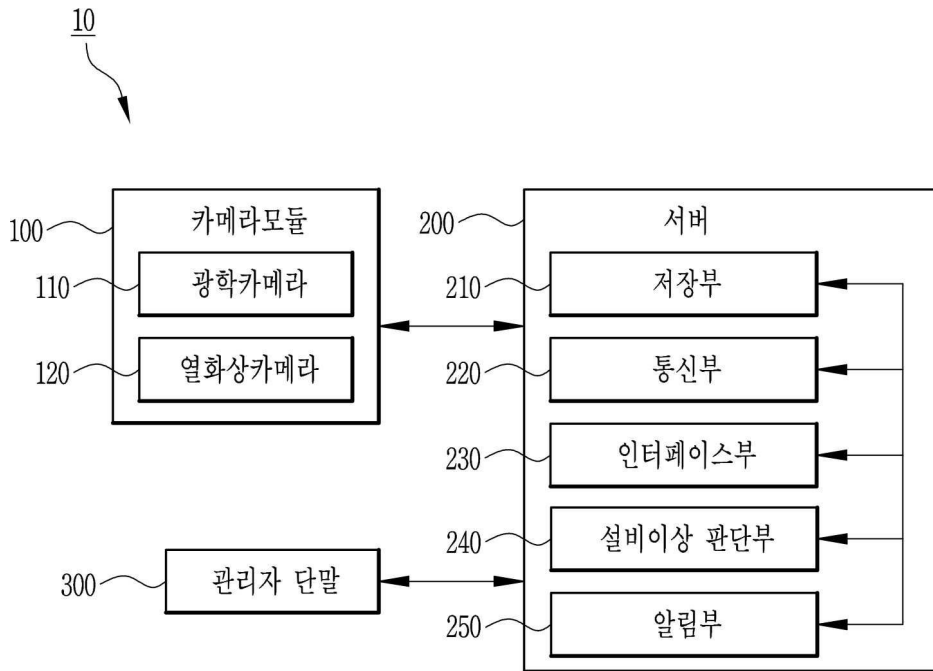
- [0109]
- 1: 산업현장
 - 2: 설비
 - 3: 사람
 - 10: 열화상 카메라로 산업현장의 이상 온도를 감지 및 표현하고 경보를 발생시켜 알리는 시스템
 - 100: 카메라모듈
 - 110: 광학카메라
 - 120: 열화상카메라
 - 200: 서버
 - 210: 저장부
 - 220: 통신부
 - 230: 인터페이스부
 - 240: 설비이상 판단부
 - 250: 알람부
 - 300: 관리자 단말

도면

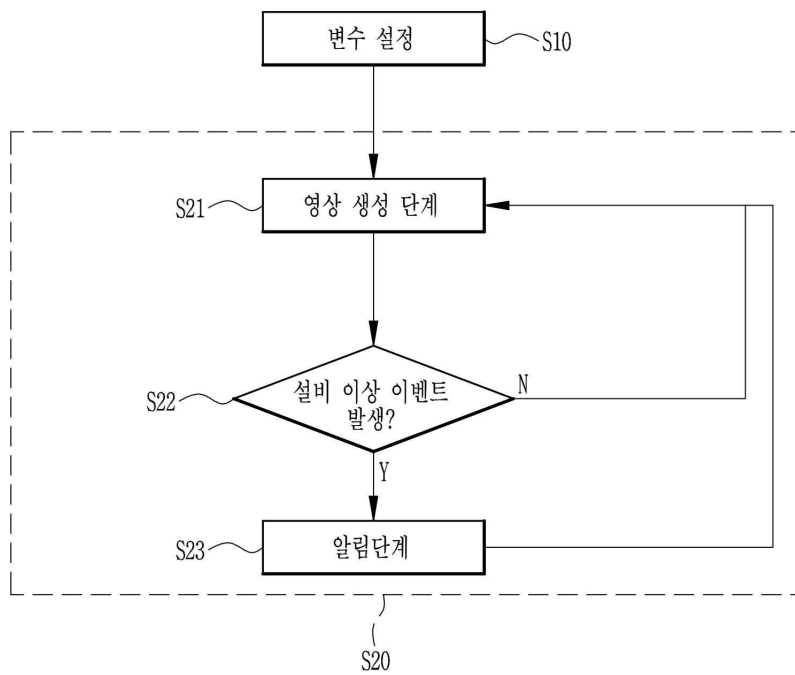
도면1



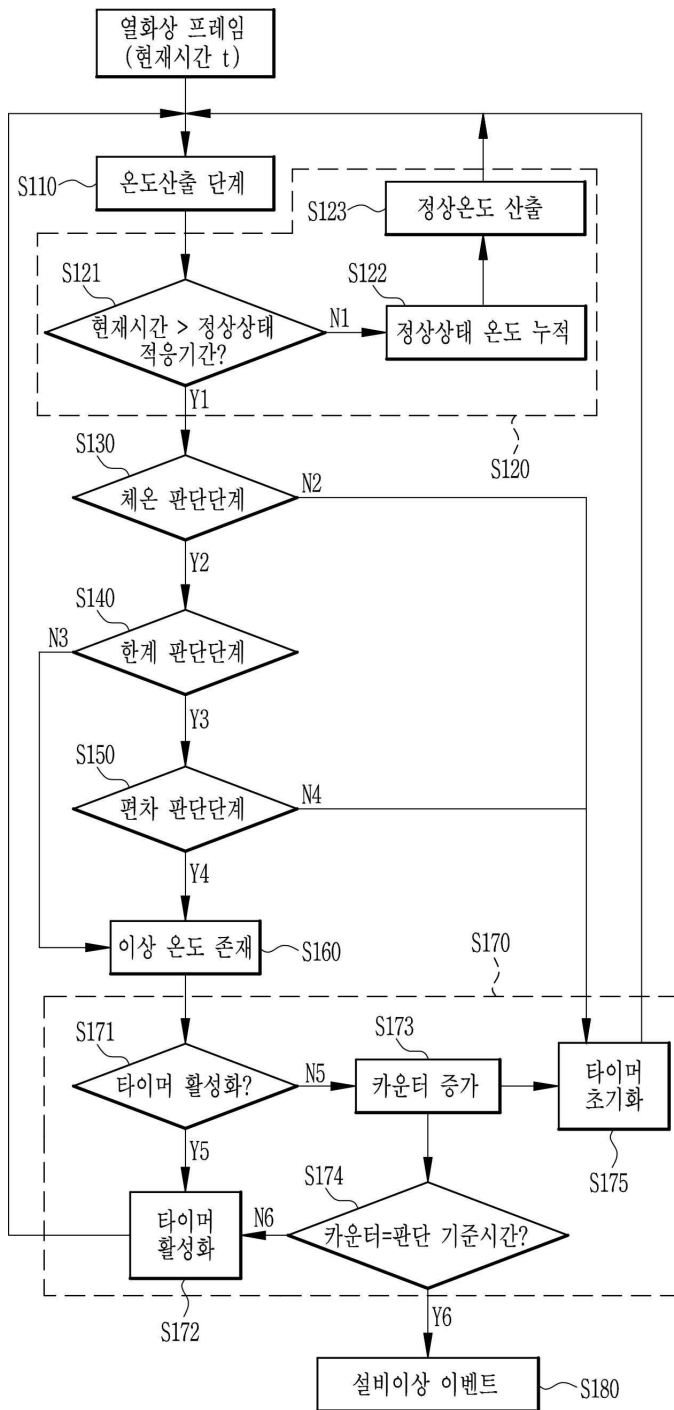
도면2



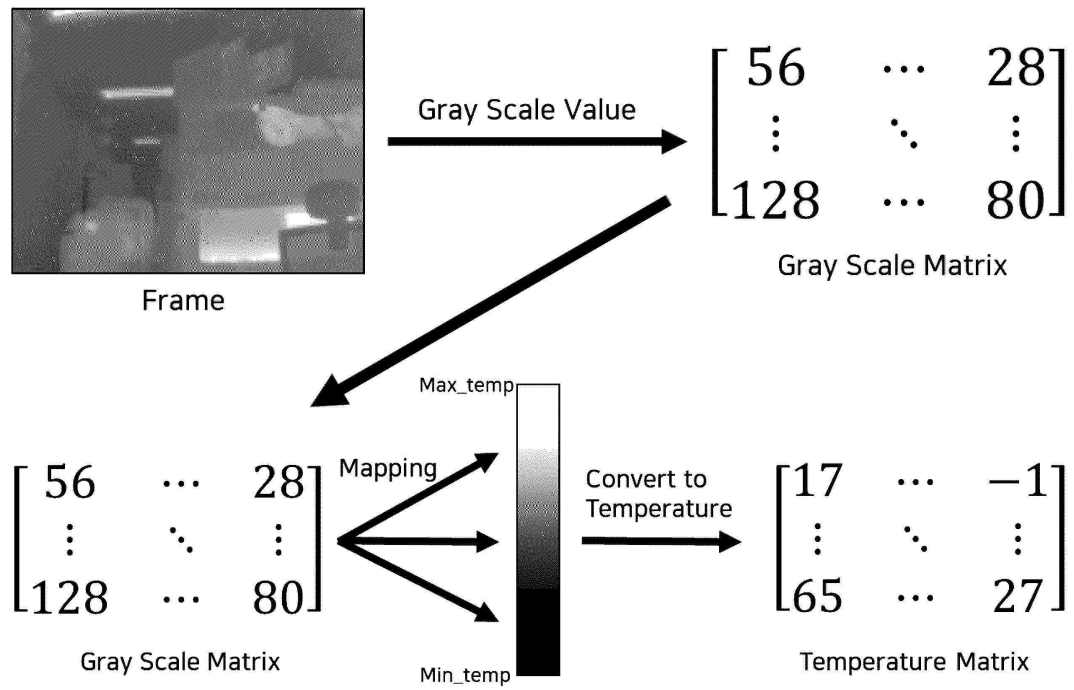
도면3a



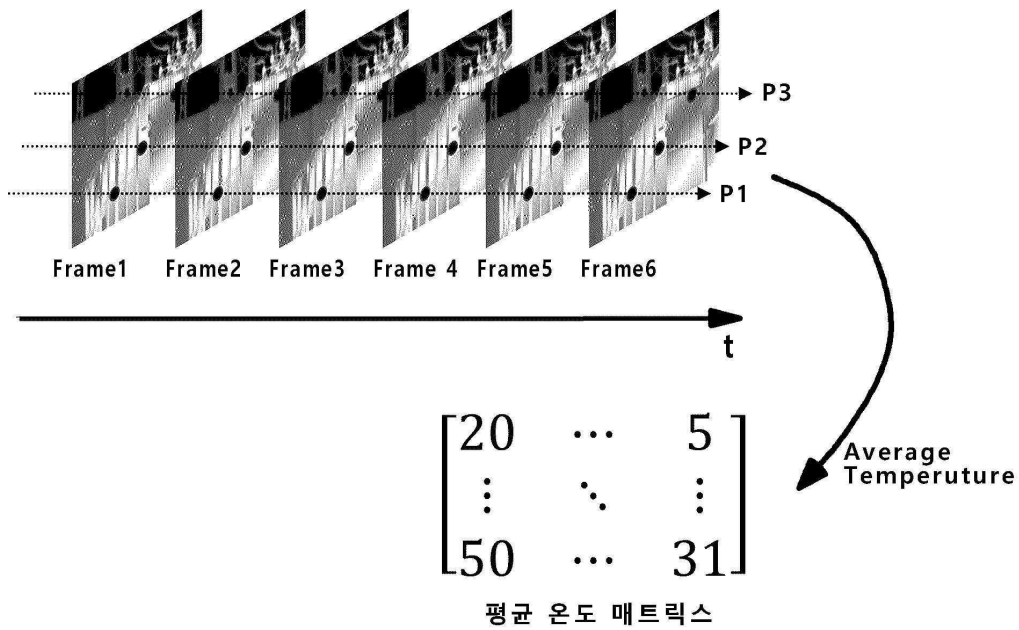
도면3b



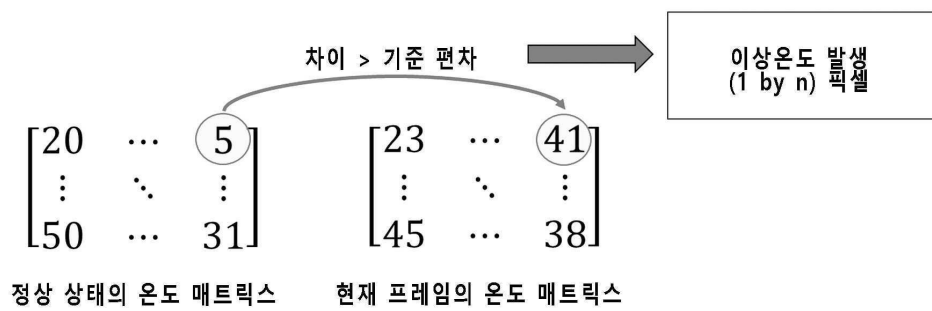
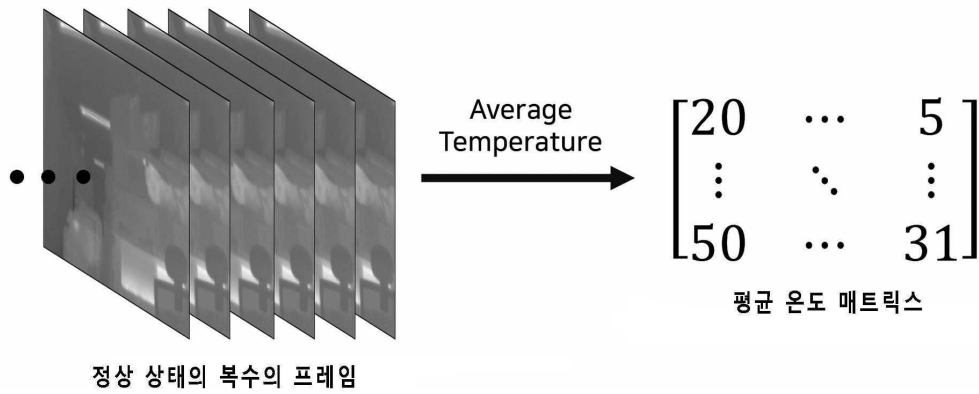
도면4



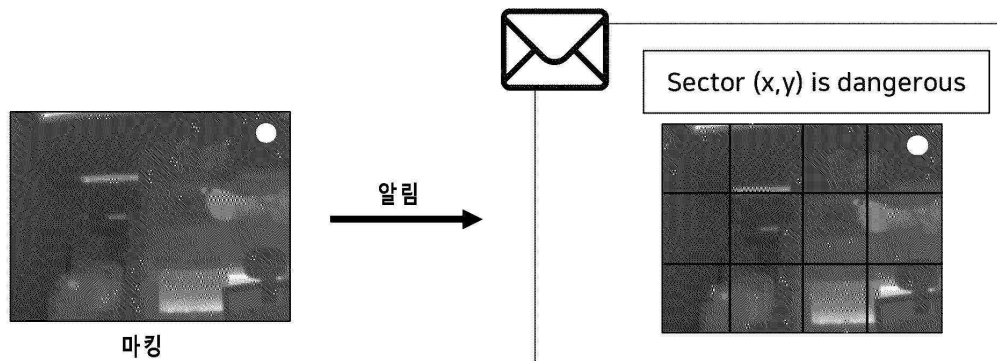
도면5



도면6



도면7



도면8



도면9

