



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0019293
(43) 공개일자 2025년02월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06V 10/82 (2022.01) G01J 5/48 (2006.01)
G06V 10/12 (2022.01) G06V 10/46 (2022.01)
G06V 20/52 (2022.01) G06V 40/10 (2022.01)
G08B 21/02 (2006.01) H04N 5/33 (2023.01)

(52) CPC특허분류

G06V 10/82 (2022.01)
G01J 5/485 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2023-0100243

(22) 출원일자 2023년08월01일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
기아 주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

황주현
울산광역시 남구 변영로16번길 14, 104동 403호
(야음동, 변영로 하늘채 센트럴파크)
김덕현
울산광역시 중구 종가5길 10, 102동 804호 (유곡동, 에일린의뜰 1차 아파트)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

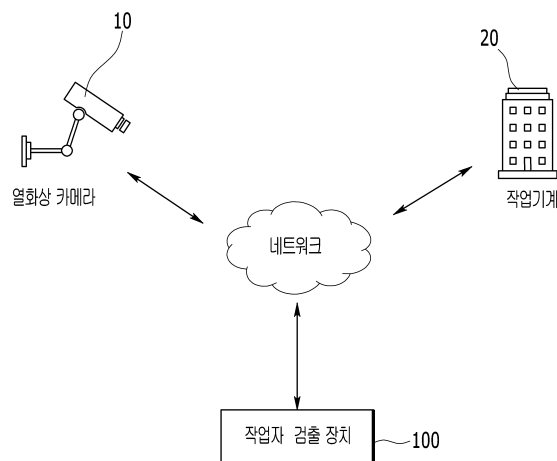
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법

(57) 요약

일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치는 열화상 카메라로부터 열화상 이미지를 수신하는 이미지 수신부, 수신된 상기 열화상 이미지로부터 인공지능 모델을 이용하여 작업자를 검출하는 작업자 검출부, 검출된 상기 작업자가 상기 열화상 이미지 내에서 미리 설정된 위험지역에 진입하였는지 여부를 기초로 위험을 감지하는 위험 감지부 및 상기 위험이 감지되면 위험 알람을 발송하고 상기 위험지역 내의 작업기계의 구동을 멈추는 위험 제어부를 포함하고, 상기 검출된 작업자의 위치는 픽셀 단위로 추정된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06V 10/12 (2023.08)

G06V 10/46 (2023.08)

G06V 20/52 (2023.08)

G06V 40/10 (2022.01)

G08B 21/02 (2013.01)

H04N 5/33 (2023.01)

(72) 발명자

박진우

부산광역시 해운대구 좌동순환로433번길 30,
티-102동 3205호(중동, 해운대힐스테이트위브)

백승렬

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

차준욱

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김지현

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

명세서

청구범위

청구항 1

열화상 카메라로부터 열화상 이미지를 수신하는 이미지 수신부;

수신된 상기 열화상 이미지로부터 인공지능 모델을 이용하여 작업자를 검출하는 작업자 검출부;

검출된 상기 작업자가 상기 열화상 이미지 내에서 미리 설정된 위험지역에 진입하였는지 여부를 기초로 위험을 감지하는 위험 감지부; 및

상기 위험이 감지되면 위험 알림을 발송하고 상기 위험지역 내의 작업기계의 구동을 멈추는 위험 제어부를 포함하고, 상기 검출된 작업자의 위치는 픽셀 단위로 추정되는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 이미지 수신부는 상기 열화상 이미지와 대응하는 컬러 이미지를 수신하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 작업자 검출부는 백본(backbone)을 이용하여 상기 컬러 이미지로부터 다중 스케일 특징을 추출하고,

인코더(Encoder)를 통해 상기 다중 스케일 특징을 기초로 향상된 단일 수준 특징을 추출하며,

상기 향상된 단일 수준 특징을 입력 특징으로 하여 디코더(Decoder)를 통해, 마스크 브랜치에서 마스크 특징을 생성하고, 인스턴스 브랜치에서 상기 입력 특징을 기초로 인스턴스 특징을 생성하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 작업자 검출부는 상기 열화상 이미지로부터 아래의 수학적식을 통해 온도맵을 생성하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치:

[수학적식]

$$T(x, y) = \left(\frac{I(x, y) T_p^4}{I_p} \right)^{\frac{1}{4}} - 273.15$$

여기에서, T_p 는 310.35K이고, I_p 는 상기 열화상 이미지에서 작업자 영역의 평균 픽셀 값이고, $I(x, y)$ 는 상기 열화상 이미지에서 (x, y) 픽셀 위치에서의 픽셀 값이고, $T(x, y)$ 는 (x, y) 픽셀 위치에서 계산된 온도 값임.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 작업자 검출부는 상기 온도맵에서 온도 범위 중 상위 40%의 온도 범위를 가진 영역을 식별하여 작업자 영역으로 결정하고, 상기 작업자 영역을 선택하여 온도 마스크를 생성하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 작업자 검출부는 상기 인스턴스 브랜치의 상기 입력 특징과 상기 온도 마스크의 요소 단위 곱에 따른 결과값을 인스턴스 활성화 맵에 입력하여 마스크 커널을 생성하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 작업자 검출부는 상기 마스크 특징과 상기 마스크 커널의 요소 단위 곱을 통해 상기 작업자를 표시하는 세분화 마스크를 생성하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 위험 감지부는 상기 세분화 마스크 중 작업자를 나타내는 작업자 마스크가 상기 위험지역에 진입한 경우 위험으로 감지하고,

상기 작업자 마스크의 영역 중 적어도 10% 이상이 상기 위험지역과 중첩되는 경우 상기 작업자 마스크가 상기 위험지역에 진입한 경우로 판단하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 9

제3항에 있어서, 상기 작업자 검출부는 상기 열화상 이미지가 픽셀 단위의 온도값을 포함하는 경우, 상기 열화상 이미지에서 평균 온도가 28도 내지 38도인 영역을 식별하여 온도 마스크를 생성하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 작업자 검출부는 상기 인스턴스 브랜치의 상기 입력 특징과 상기 온도 마스크의 요소 단위 곱에 따른 결과값을 인스턴스 활성화 맵에 입력하여 마스크 커널을 생성하고,

상기 마스크 특징과 상기 마스크 커널의 요소 단위 곱을 통해 작업자를 표시하는 세분화 마스크를 생성하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 열화상 이미지 내에서 딥러닝 기반의 위험지역추천 모델을 통해 상기 위험지역을 설정하는 위험지역 설정부를 더 포함하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치.

청구항 12

작업자 검출 장치가 열화상 카메라로부터 열화상 이미지를 수신하는 단계;

상기 작업자 검출 장치가 수신된 상기 열화상 이미지로부터 인공지능 모델을 이용하여 작업자를 검출하는 단계;

상기 작업자 검출 장치가 상기 열화상 이미지 내에서 미리 설정된 위험지역에 상기 작업자가 진입하였는지 여부를 기초로 위험을 감지하는 단계; 및

상기 작업자 검출 장치가 상기 위험이 감지되면 위험 알람을 발송하고 상기 위험지역 내의 작업기계의 구동을 멈추는 단계를 포함하고, 상기 검출된 작업자의 위치는 상기 열화상 이미지 내에서 픽셀 단위로 추정되는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 열화상 이미지에 대응하는 컬러 이미지로부터 백본(backbone)을 이용하여 다중 스케일 특징을 추출하고, 상기 다중 스케일 특징을 기초로 인코더를 통해 향상된 단일 수준 특징을 추출하는 단계를 포함하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 향상된 단일 수준 특징을 입력 특징으로 하여 디코더를 통해 마스크 특징 및 인스턴스 특징을 생성하는 단계를 더 포함하고,

상기 마스크 특징은 상기 디코더의 마스크 브랜치에서 생성되고, 상기 인스턴스 특징은 상기 디코더의 인스턴스 브랜치에서 상기 입력 특징을 기초로 생성되는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 작업자를 검출하는 단계는,

상기 열화상 이미지에 픽셀 단위의 온도가 포함된 경우, 평균 온도가 28도 내지 38도인 영역을 식별하여 작업자 영역으로 결정하고,

상기 열화상 이미지에 픽셀 단위의 온도가 포함되지 않은 경우, 아래의 수학적식을 통해 온도맵을 생성하고 상기 온도맵에서 상위 40%의 온도 범위를 가진 영역을 식별하여 작업자 영역으로 결정하며,

상기 작업자 영역으로 선택된 영역에 온도 마스크를 생성하는 단계를 더 포함하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법:

[수학적식]

$$T(x, y) = \left(\frac{I(x, y) T_p^4}{I_p} \right)^{\frac{1}{4}} - 273.15$$

여기에서, T_p 는 310.35K이고, I_p 는 상기 열화상 이미지에서 작업자 영역의 평균 픽셀 값이고, (x, y) 는 상기 열화상 이미지에서 (x, y) 픽셀 위치에서의 픽셀 값이고, $T(x, y)$ 는 (x, y) 픽셀 위치에서 계산된 온도 값임.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 온도 마스크의 해상도를 상기 인스턴스 브랜치의 입력 특징의 해상도와 일치시키는 단계를 더 포함하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 인스턴스 브랜치의 상기 입력 특징과 상기 온도 마스크의 요소 단위 곱에 따른 결과값을 인스턴스 활성화 맵에 입력하여 마스크 커널을 포함하는 상기 인스턴스 특징을 생성하는 단계를 더 포함하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 마스크 특징과 상기 마스크 커널의 요소 단위 곱을 통해 상기 작업자를 표시하는 세분화 마스크를 생성하는 단계를 더 포함하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 열화상 이미지 내에서 딥러닝 기반의 위험지역추천 모델을 통해 상기 위험지역을 설정하는 위험지역 설정 단계를 더 포함하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 위험을 감지하는 단계는, 상기 세분화 마스크에서 작업자를 나타내는 작업자 마스크가 차지하는 영역 중 적어도 10% 이상이 상기 위험지역과 중첩되는 경우 상기 작업자가 상기 위험지역에 진입한 것으로 판단하는 단계를 포함하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 공장에서 작업자의 위험지역으로 접근을 감지하여 사고를 예방하는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 제품을 생산하는 공장에서는 효율적인 생산 활동을 위해 다양한 기계와 장비가 사용된다. 그러나 이러한 기계와 장비는 사용자의 실수나 장비의 고장 등으로 인해 사고를 일으키기도 한다. 사람이 기계와 가까운 곳에서 작업

을 수행하는 경우, 이러한 사고는 작업자의 부상을 포함하는 심각한 결과를 초래할 수 있다. 따라서 많은 연구가 사고를 예방하고, 특히 인체 감지 기술을 통해 직원의 안전을 보장하는 데 집중되어 왔다. 인체 감지 기술은 컴퓨터 비전, 딥 러닝, 인공지능, 로봇공학 등 여러 기술을 통합하여 개발된다.

[0003] 컴퓨터 비전은 이미지나 비디오 데이터에서 유용한 정보를 추출하는 기술로, 인간의 시각 시스템을 모방하여 컴퓨터가 비디오 또는 이미지에서 사람을 감지하고 식별할 수 있도록 한다.

[0004] 딥 러닝은 높은 수준의 추상화를 통해 데이터에서 특징을 자동으로 학습하고, 이를 바탕으로 사람을 식별하고 추적한다. Convolutional Neural Networks (CNNs), Recurrent Neural Networks (RNNs), 그리고 최근에는 Transformer 등의 딥 러닝 모델이 사람의 행동을 인식하고 예측하는 데 사용된다.

[0005] 최근, 공장 내 기계의 행동 반경과 사람의 행동 반경이 충돌하여 발생하는 안전 문제가 지속적으로 증가하고 있다. 따라서, 위험 요소로 인한 사고를 최소화하고 작업자들의 안전한 작업 수행을 보장하기 위해 신속하고 정확한 위험 감지 및 기계 중단 기술이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 실시예는 열화상 영상을 기반으로 작업자를 검출하는 딥러닝 기반 인공지능 모델을 활용하여, 공장 내 물체에 의해 가려지거나 고온의 물체 옆에 있는 작업자에 대한 존재 여부 탐지 수행 능력을 향상시키는 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 실시예들 중에서, 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치는 열화상 카메라로부터 열화상 이미지를 수신하는 이미지 수신부, 수신된 상기 열화상 이미지로부터 인공지능 모델을 이용하여 작업자를 검출하는 작업자 검출부, 검출된 상기 작업자가 상기 열화상 이미지 내에서 미리 설정된 위험지역에 진입하였는지 여부를 기초로 위험을 감지하는 위험 감지부 및 상기 위험이 감지되면 위험 알람을 발송하고 상기 위험지역 내의 작업 기계의 구동을 멈추는 위험 제어부를 포함하고, 상기 검출된 작업자의 위치는 픽셀 단위로 추정된다.

[0008] 상기 이미지 수신부는 상기 열화상 이미지와 대응하는 컬러 이미지를 수신할 수 있다.

[0009] 상기 작업자 검출부는 백본(backbone)을 이용하여 상기 컬러 이미지로부터 다중 스케일 특징을 추출하고, 인코더(Encoder)를 통해 상기 다중 스케일 특징을 기초로 향상된 단일 수준 특징을 추출하며, 기 향상된 단일 수준 특징을 입력 특징으로 하여 디코더(Decoder)를 통해, 마스크 브랜치에서 마스크 특징을 생성하고, 인스턴스 브랜치에서 상기 입력 특징을 기초로 인스턴스 특징을 생성할 수 있다.

[0010] 상기 작업자 검출부는 상기 열화상 이미지로부터 수학적식을 통해 온도맵을 생성할 수 있다.

[0011] [수학식]

$$T(x, y) = \left(\frac{I(x, y) T_p^4}{I_p} \right)^{\frac{1}{4}} - 273.15$$

[0012] 여기서, T_p 는 310.35K이고, I_p 는 상기 열화상 이미지에서 작업자 영역의 평균 픽셀 값일 수 있다. $I(x, y)$ 는 상기 열화상 이미지에서 (x, y) 픽셀 위치에서의 픽셀 값이고, $T(x, y)$ 는 (x, y) 픽셀 위치에서 계산된 온도 값일 수 있다. 픽셀 위치는 좌표 값으로 표현된다.

[0013] 상기 작업자 검출부는 상기 온도맵에서 온도 범위 중 상위 40%의 온도 범위를 가진 영역을 식별하여 작업자 영역으로 결정하고, 상기 작업자 영역을 선택하여 온도 마스크를 생성할 수 있다.

[0014] 상기 작업자 검출부는 상기 인스턴스 브랜치의 상기 입력 특징과 상기 온도 마스크의 요소 단위 곱에 따른 결과 값을 인스턴스 활성화 맵에 입력하여 마스크 커널을 생성할 수 있다.

[0015] 상기 작업자 검출부는 상기 마스크 특징과 상기 마스크 커널의 요소 단위 곱을 통해 상기 작업자를 표시하는 세분화 마스크를 생성할 수 있다.

[0016] 상기 위험 감지부는 상기 세분화 마스크 중 작업자를 나타내는 작업자 마스크가 상기 위험지역에 진입한 경우

위험으로 감지하고, 기 작업자 마스크의 영역 중 적어도 10% 이상이 상기 위험지역과 중첩되는 경우 상기 작업자 마스크가 상기 위험지역에 진입한 경우로 판단할 수 있다.

[0018] 상기 작업자 검출부는 상기 열화상 이미지가 픽셀 단위의 온도값을 포함하는 경우, 상기 열화상 이미지에서 평균 온도가 28도 내지 38도인 영역을 식별하여 온도 마스크를 생성할 수 있다.

[0019] 상기 작업자 검출부는 상기 인스턴스 브랜치의 상기 입력 특징과 상기 온도 마스크의 요소 단위 곱에 따른 결과값을 인스턴스 활성화 맵에 입력하여 마스크 커널을 생성하고, 기 마스크 특징과 상기 마스크 커널의 요소 단위 곱을 통해 작업자를 표시하는 세분화 마스크를 생성할 수 있다.

[0020] 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치는 상기 열화상 이미지 내에서 딥러닝 기반의 위험지역추천 모델을 통해 상기 위험지역을 설정하는 위험지역 설정부를 더 포함할 수 있다.

[0021] 실시예들 중에서, 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법은 작업자 검출 장치가 열화상 카메라로부터 열화상 이미지를 수신하는 단계, 상기 작업자 검출 장치가 수신된 상기 열화상 이미지로부터 인공지능 모델을 이용하여 작업자를 검출하는 단계, 상기 작업자 검출 장치가 상기 열화상 이미지 내에서 미리 설정된 위험지역에 상기 작업자가 진입하였는지 여부를 기초로 위험을 감지하는 단계 및 상기 작업자 검출 장치가 상기 위험이 감지되면 위험 알림을 발송하고 상기 위험지역 내의 작업기계의 구동을 멈추는 단계를 포함하고, 상기 검출된 작업자의 위치는 상기 열화상 이미지 내에서 픽셀 단위로 추정된다. 픽셀 단위는 픽셀 위치에 대한 좌표값으로 표현될 수 있다.

[0022] 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 열화상 이미지에 대응하는 컬러 이미지로부터 백본(backbone)을 이용하여 다중 스케일 특징을 추출하고, 상기 다중 스케일 특징을 기초로 인코더를 통해 향상된 단일 수준 특징을 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 향상된 단일 수준 특징을 입력 특징으로 하여 디코더를 통해 마스크 특징 및 인스턴스 특징을 생성하는 단계를 더 포함하고, 상기 마스크 특징은 상기 디코더의 마스크 브랜치에서 생성되고, 상기 인스턴스 특징은 상기 디코더의 인스턴스 브랜치에서 상기 입력 특징을 기초로 생성될 수 있다.

[0024] 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 열화상 이미지에 픽셀 단위의 온도가 포함된 경우, 평균 온도가 28도 내지 38도인 영역을 식별하여 작업자 영역으로 결정하고, 상기 열화상 이미지에 픽셀 단위의 온도가 포함되지 않은 경우, 아래의 수학적식을 통해 온도맵을 생성하고 상기 온도맵에서 상위 40%의 온도 범위를 가진 영역을 식별하여 작업자 영역으로 결정하며, 상기 작업자 영역으로 선택된 영역에 온도 마스크를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0025] [수학적식]

$$T(x, y) = \left(\frac{I(x, y) T_p^4}{I_p} \right)^{\frac{1}{4}} - 273.15$$

[0027] 여기에서, T_p 는 310.35K이고, I_p 는 상기 열화상 이미지에서 작업자 영역의 평균 픽셀 값일 수 있다. $I(x, y)$ 는 상기 열화상 이미지에서 (x, y) 픽셀 위치에서의 픽셀 값이고, $T(x, y)$ 는 (x, y) 픽셀 위치에서 계산된 온도 값일 수 있다. 픽셀 위치는 좌표 값으로 표현된다.

[0028] 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 온도 마스크의 해상도를 상기 인스턴스 브랜치의 입력 특징의 해상도와 일치시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0029] 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 인스턴스 브랜치의 상기 입력 특징과 상기 온도 마스크의 요소 단위 곱에 따른 결과값을 인스턴스 활성화 맵에 입력하여 마스크 커널을 포함하는 상기 인스턴스 특징을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0030] 상기 작업자를 검출하는 단계는, 상기 마스크 특징과 상기 마스크 커널의 요소 단위 곱을 통해 상기 작업자를 표시하는 세분화 마스크를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0031] 상기 열화상 이미지 내에서 딥러닝 기반의 위험지역추천 모델을 통해 상기 위험지역을 설정하는 위험지역 설정 단계를 더 포함할 수 있다.

[0032] 상기 위험을 감지하는 단계는, 상기 세분화 마스크에서 작업자를 나타내는 작업자 마스크가 차지하는 영역 중 적어도 10% 이상이 상기 위험지역과 중첩되는 경우 상기 작업자가 상기 위험지역에 진입한 것으로 판단하는 단

계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법은 물체에 가려진 작업자에 대해서도 탐지가 가능하다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법은 작업자의 픽셀 단위의 위치를 추정하고, 시스템 관리자가 설정한 위험지역 내 작업자가 존재할 경우 위험상황으로 판단하여 영상 내 위험상황 인식을 보다 정확히 추론할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법은 단순 위험 감지에 그치지 않고 작업자의 안전을 위해 기계의 구동을 중지시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 시스템을 개략적으로 보여주는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치의 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법의 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 작업자 검출에 이용되는 인공지능 모델을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법의 흐름도이다.
- 도 6 및 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법에 의해 작업자가 검출된 이미지를 보여준다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0038] 명세서 및 청구범위 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0039] 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 본 명세서에서 설명되는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리할 수 있는 단위를 의미할 수 있으며, 이는 하드웨어 또는 회로나, 소프트웨어, 또는 하드웨어 또는 회로와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0040] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명한다.
- [0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 시스템을 개략적으로 보여주는 도면이다.
- [0042] 도 1을 참조하면, 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 시스템은 열화상 카메라(10), 작업기계(20) 및 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치(100, 이하, 작업자 검출 장치)를 포함한다.
- [0043] 열화상 카메라(10)는 적외선 방사선, 즉 열을 감지하여 이미지를 생성하는 장치이다. 열화상 카메라(10)는 물체의 표면 온도를 측정하고 시각화 할 수 있다. 열화상 카메라(10)는 물체가 방출하는 열에너지를 감지하여 열 지도 또는 열화상을 생성할 수 있다. 열화상 카메라(10)는 컬러 영상이 아닌 열화상 영상만을 활용하여 개인 정보

보호와 사람 감지에 효율적이다. 열화상 카메라(10)는 작업자 검출 장치(100)와 네트워크로 연결되어 열화상 영상을 주고받을 수 있다.

[0044] 작업기계(20)는 공장 내의 설비 중 적어도 어느 하나일 수 있다. 작업기계(20)는 작업자에 의해서 구동되는 기계일 수 있다. 작업기계(20)는 작업자 검출 장치(100)와 네트워크를 통해 연결될 수 있다. 작업기계(20)는 작업자 검출 장치(100)의 명령에 따라서 구동이 제어될 수 있다.

[0045] 작업자 검출 장치(100)는 열화상 카메라(10)로부터 수신한 열화상 영상으로부터 인공지능을 이용하여 작업자를 검출할 수 있다. 여기에서, 인공지능은 딥러닝(Deep Learning) 기반의 작업자 검출을 위한 인공지능 모델일 수 있고, 인공지능 모델은 합성곱 신경망(CNN)을 이용한 알고리즘을 포함할 수 있다. 작업자 검출 장치(100)는 인공지능을 이용하여 영상 내 위험지역을 다각형(polygon) 형태로 지정할 수 있다. 작업자 검출 장치(100)는 작업자 탐지가 위험지역인 다각형 안에서 이루어질 때, 위험 상황이라고 판단할 수 있다. 작업자 검출 장치(100)는 위험 감지 이후에 공정 중인 작업기계(20)의 구동을 즉각적으로 중지하여 작업의 안전성을 확보할 수 있다. 작업자 검출 장치(100)는 작업자의 위치를 열화상 영상에서 픽셀 단위로 추정할 수 있다. 픽셀 단위는 픽셀 위치에 대한 좌표 값들로 나타낼 수 있다.

[0046] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치의 블록도이다.

[0047] 도 2를 참조하면, 작업자 검출 장치(100)는 이미지 수신부(110), 위험지역 설정부(120), 작업자 검출부(130), 위험 감지부(140), 및 위험 제어부(150)를 포함한다.

[0048] 이미지 수신부(110)는 열화상 카메라(10, 도 1 참조)로부터 열화상 이미지를 수신할 수 있다. 이미지 수신부(110)는 열화상 이미지에 대응하는 컬러 이미지를 수신할 수 있다. 이미지 수신부(110)는 열화상 카메라(10)로부터 열화상 영상의 복수의 프레임들에 각각 포함된 열화상 이미지들을 수신할 수 있다.

[0049] 위험지역 설정부(120)는 딥러닝 기반의 위험지역추천 인공지능 모델을 통해서 위험지역을 설정할 수 있다. 위험지역은 추락 위험이 있는 위치, 기계가 많이 모여 있는 위치 등을 포함할 수 있다. 위험지역추천 인공지능 모델은 열화상 이미지를 입력으로 받아 이미지 내의 위험지역을 추출하고 이미지 상에 표시할 수 있다.

[0050] 위험지역 설정부(120)는 위험지역추천 인공지능 모델을 통해 열화상 이미지에서 위험지역에 대한 경계상자를 추천해주고, 이를 활용하여 위험지역을 설정할 수 있다. 예를 들어, 위험지역 설정부(120)는 위험지역을 나타내는 경계상자를 다각형 모양으로 설정할 수 있다.

[0051] 일 실시예에서, 위험지역 설정부(120)는 위험지역추천 인공지능 모델을 통해 추천된 위험지역을 사용자(또는 작업자)에게 제공할 수 있다. 위험지역 설정부(120)는 사용자에게 의해 수정 또는 선택된 위험지역의 경계상자를 최종 위험지역으로 결정할 수 있다. 또는, 위험지역 설정부(120)는 사용자에게 위험지역을 직접 설정하도록 하는 인터페이스를 제공할 수 있다.

[0052] 작업자 검출부(130)는 수신된 열화상 이미지로부터 인공지능 모델을 이용하여 작업자를 검출할 수 있다. 인공지능 모델은 딥러닝 기반의 합성곱 신경망(CNN) 모델을 포함할 수 있다. 인공지능 모델은 합성곱 신경망을 이용한 딥러닝 기반의 알고리즘을 포함할 수 있다. 인공지능 모델은 인스턴스 세분화(instance segmentation)를 위한 딥러닝 알고리즘을 포함할 수 있다. 인스턴스 세분화는 이미지의 픽셀 수준에서 개체를 구분하는 것을 의미한다. 예를 들어, 인공지능 모델은 SparseInst를 포함할 수 있다.

[0053] 일 실시예에서, 인공지능 모델은 실시간 인스턴스 세분화를 위한 컨볼루션 기반 프레임워크로, 각 인스턴스에 대한 정보를 담고 있는 영역을 강조하기 위해 희소 인스턴스 활성화 맵(Sparse Set of Instance Activation Maps, IAM)을 제안한다.

[0054] 인공지능 모델은 세분화 마스크를 얻기 위해 강조된 영역을 기반으로 특징을 집계하여 인스턴스 수준의 특징을 얻을 수 있다. 인스턴스 활성화 맵(IAM)은 이분 매칭을 통해 각 객체의 종류를 일대일로 예측하고 후처리 중 최댓값 억제(no-maximum suppression, NMS)를 방지한다.

[0055] 인공지능 모델은 백본(backbone) 네트워크, 인스턴스 컨텍스트 인코더 및 IAM 기반 디코더로 구성될 수 있다. 백본은 입력 이미지로부터 다중 스케일 이미지 특징을 추출한다. 인코더는 다중 스케일 이미지 특징들로부터 향상된 단일 수준 특징을 생성한다. IAM 기반 디코더는 정확한 세분화 마스크를 생성한다.

[0056] 인공지능 모델은 일반적으로 RGB 이미지를 입력으로 받아서 처리한다. 일 실시예에서, 인공지능 모델은 RGB 이미지와 함께 열화상 이미지를 입력으로 받는 알고리즘을 포함할 수 있다. 즉, 인공지능 모델은 열화상 이미지를

활용한 작업자 검출 알고리즘을 포함할 수 있다. 작업자 검출부(130)의 인공지능 모델을 통한 작업자 검출 알고리즘은 도 4에서 자세히 설명한다.

- [0057] 위험 감지부(140)는 검출된 작업자가 열화상 이미지 내에서 미리 설정된 위험지역에 진입하였는지 여부를 기초로 위험을 감지할 수 있다.
- [0058] 위험 감지부(140)는 이미지 내에서 작업자를 나타내는 작업자 마스크가 위험지역에 진입한 경우 위험으로 감지할 수 있다. 위험 감지부(140)는 작업자 마스크가 차지하는 픽셀 영역 중 적어도 10% 이상이 위험지역과 중첩되는 경우 작업자가 위험지역에 진입한 경우로 판단할 수 있다.
- [0059] 위험 제어부(150)는 위험 감지부(140)에 의해서 위험이 감지되면 위험 알람을 발송하고 위험지역 내의 작업기계(20)의 구동을 멈출 수 있다.
- [0060] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법의 흐름도이다. 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법은 작업자 검출 장치(100, 도 1 및 도 2 참조)에 의해서 수행될 수 있다.
- [0061] 도 3에서, 작업자 검출 장치(100)는 이미지 수신부(110)를 통해서 열화상 카메라로부터 열화상 이미지 및 열화상 이미지에 대응하는 컬러 이미지를 수신할 수 있다(단계 S310).
- [0062] 작업자 검출 장치(100)는 위험지역 설정부(120)를 통해 딥러닝 기반의 위험지역추천 인공지능 모델을 이용하여 위험지역을 설정할 수 있다(단계 S320).
- [0063] 작업자 검출 장치(100)는 작업자 검출부(130)를 통해 열화상 이미지로부터 인공지능 모델을 이용하여 작업자를 검출할 수 있다(단계 S330). 단계 S330의 자세한 설명은 도 4에서 후술한다.
- [0064] 작업자 검출 장치(100)는 위험 감지부(140)를 통해 열화상 이미지 내에서 미리 설정된 위험지역에 작업자가 진입하였는지 여부를 판단할 수 있다(단계 S340). 위험 감지부(140)는 위험지역에 작업자가 진입하였다고 판단된 경우에 위험을 감지한다.
- [0065] 위험 감지부(140)는 작업자의 10% 이상이 위험지역과 중첩되었는지 여부를 판단할 수 있다(단계 S350). 예를 들어, 위험 감지부(140)는 작업자 검출부(130)를 통해 검출된 작업자 마스크가 차지하는 픽셀 영역 중 적어도 10% 이상이 위험지역이 차지하는 픽셀 영역과 중첩되는 경우 작업자가 위험지역에 진입한 경우로 판단하고 위험을 감지할 수 있다.
- [0066] 작업자 검출 장치(100)는 위험이 감지되면 위험 제어부(150)를 통해 작업자에게 위험 알람을 발송하고 위험지역 내의 작업기계(20)의 구동을 멈출 수 있다(단계 S360).
- [0067] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 작업자 검출에 이용되는 인공지능 모델을 나타내는 도면이다. 도 4는 인공지능 모델을 이용하여 작업자를 검출하는 방법을 보여준다. 도 4의 인공지능 모델을 통한 작업자 검출 알고리즘(단계 S330, 도 3 참조)은 작업자 검출부(130, 도 2 참조)를 통해 수행될 수 있다.
- [0068] 작업자 검출부(130)는 백본(backbone) 또는 백본 네트워크를 이용하여 컬러 이미지(44)로부터 다중 스케일 특징을 추출할 수 있다(단계 S331). 다중 스케일 특징(multi-scale features)은 이미지의 다양한 크기 및 해상도에서 추출된 특징들을 의미할 수 있다.
- [0069] 백본 네트워크(예를 들어, ResNet)는 특징 추출기 역할을 할 수 있다. 백본 네트워크는 이미지를 입력 받아 일련의 컨볼루션 레이어를 통과하여 원시 픽셀 정보를 계층적이고 추상적인 특징들로 변환한다. 변환된 이 특징들은 엣지와 질감과 같은 저수준 세부사항부터 객체와 관련된 고수준 의미 표현까지 다양한 수준의 정보를 담고 있다.
- [0070] 백본 네트워크는 ImageNet에 사전 학습된 가중치로 초기화될 수 있다. 다른 모듈은 무작위로 초기화된다. 백본 네트워크는 네트워크의 여러 단계에 해당하는 다중 스케일 특징(예를 들어, {C3, C4, C5})을 추출한다. 여기서, 각 C_x는 네트워크의 x번째 컨볼루션 블록에서 출력되는 특징맵을 의미할 수 있다. 즉, C3는 3번째 컨볼루션 블록에서 출력되는 특징맵을 의미할 수 있다. C3, C4, C5에서 추출된 특징맵은 각각 다른 해상도를 가지며, 이를 통해 이미지의 다양한 크기의 객체를 감지할 수 있다. 예를 들어, C3 특징 맵은 작은 객체를, 반면 C5 특징 맵은 큰 객체를 감지하는 데 사용될 수 있다.
- [0071] C3는 백본 네트워크의 중간 단계에서 추출된 특징맵일 수 있다. 이 특징맵은 엣지, 질감, 기본적인 형상과 같은

중간 수준의 시각적 정보를 담고 있으며 입력 이미지에 비해 해상도가 낮아진다. C4와 C5는 네트워크의 중간 이후 단계를 나타내며, 공간 해상도가 더 낮아지고 특징 수용 영역이 확대된다. 이 특징맵들은 이미지 내 객체와 관련된 고수준 의미 표현과 같은 더욱 전역적이고 문맥적인 정보를 담고 있다. 백본 네트워크에서 추출된 특징은 인스턴스 컨텍스트 인코더와 같은 인공지능 모델의 프레임워크 내의 후속 모듈로 전달된다.

[0072] 작업자 검출부(130)는 추출된 다중 스케일 특징을 기초로 인코더(Encoder)를 통해 향상된 단일 수준 특징을 추출할 수 있다(단계 S332). 여기에서, 향상된 단일 수준 특징(enhanced single-level features)은 다중 스케일의 특징을 단일 스케일의 특징으로 통합하거나 변환함으로써 얻는 특징을 의미할 수 있다. 인코더는 다양한 다중 스케일에서 추출된 특징 정보를 활용하여 더욱 강력하고 정보가 풍부한 향상된 단일 수준 특징을 생성할 수 있다.

[0073] 예를 들어, 다중 스케일 특징이 특정 네트워크 구조(예: ResNet에서 C3, C4, C5)에서 추출된 여러 스케일의 특징맵을 의미한다면, 향상된 단일 수준 특징은 이러한 다중 스케일 특징들을 통합, 변환, 개선하여 더욱 풍부한 정보를 포함하는 단일 스케일의 특징으로 만드는 것일 수 있다.

[0074] 인공지능 모델의 프레임워크는 단일 수준 예측을 활용하여 더 빠른 추론을 할 수 있다. 작업자 검출부(130)는 다양한 스케일을 가진 객체들에 대한 단일 수준 특징의 한계를 극복하기 위해, 인스턴스 컨텍스트 인코더(이하, 인코더)를 이용한다. 인코더는 C5 특징 레이어 이후에 피라미드 풀링 모듈(PPM, Pyramid Pooling Module)을 활용하여 다중 스케일에서의 정보를 풀링함으로써 특징 수용 영역을 확장한다. 인코더는 특징맵을 여러 그리드로 나누고 각 그리드 내에서 최대 풀링을 수행할 수 있다. 풀링된 특징은 풍부한 문맥 정보를 가진 향상된 표현을 생성한다. 이 풀링된 특징은 2가지 길이로 갈 수 있다. 첫 번째는 컨볼루션 네트워크를 통과하고 특징맵 P5가 된다. 두 번째는 2배 업샘플링되어 C4와 합쳐질 수 있다. 그리고 이 합쳐진 특징도 2가지 길이로 갈 수 있다. 첫 번째는 컨볼루션 네트워크를 통과하여 특징맵 P4가 된다. 두 번째는 2배 업샘플링되어 C3와 합쳐진다. 이 합쳐진 특징은 컨볼루션 네트워크를 통과하여 특징맵 P3이 될 수 있다. P4와 P5를 P3의 해상도에 맞게 2배, 4배 업샘플링을 통과시킨다. 그리고 이 3개의 특징맵들은 연결되어 지역적 및 전역적 문맥 정보를 함께 담고 있는 향상된 단일 수준 특징이 된다. 이 특징은 디코더 네트워크가 더욱 자세한 세분화 마스크를 생성할 수 있도록 한다.

[0075] 인스턴스 컨텍스트 인코더의 출력은 세분화를 위한 향상된 단일 수준 특징이며, 추론 속도를 매우 빠르게 만들어 주며, 프레임워크의 후속 단계에서 사용되는 특징은 풍부한 정보를 담고 있을 수 있다.

[0076] 작업자 검출부(130)는 향상된 단일 수준 특징을 기초로, 디코더(Decoder)의 인스턴스 브랜치(45)에서 인스턴스 특징을 생성하고, 디코더의 마스크 브랜치(46)에서 마스크 특징을 생성할 수 있다.

[0077] 디코더(Decoder)는 정확한 세분화 마스크(49)를 생성하는 역할을 담당한다. 디코더는 인스턴스 브랜치(45)와 마스크 브랜치(46)로 구성될 수 있다. 인스턴스 브랜치(45)는 커널(48) 생성을 위한 인스턴스 활성화 맵(47, IAM)과 N개의 인스턴스 특징들을 생성할 수 있다. 마스크 브랜치(46)는 인스턴스 관련 마스크 특징(M)을 추출할 수 있다.

[0078] 인스턴스 브랜치(45)에서, 인스턴스 활성화 맵(47)은 단일 활성화 맵을 이용하여 각 인스턴스를 강조한다. 예를 들어, 인스턴스 활성화 맵(47)은 인스턴스 브랜치의 입력 특징을 3x3 컨볼루션 레이어와 시그모이드 활성화 함수에 적용하여 단일 활성화 맵을 생성할 수 있다. 인스턴스 활성화 맵(47)은 단일 활성화 맵을 인스턴스 브랜치(45)의 입력 특징과 요소 단위 곱을 하여 256차원의 벡터인 인스턴스 특징을 얻을 수 있다. 인스턴스 특징으로부터 분류(class), 객체성 점수(score) 및 마스크 커널(kernel, 48)이 산출될 수 있다.

[0079] 분류(class, classification)는 각 인스턴스에 대해 클래스 레이블을 예측하기 위해 i번째 예측에 클래스에 대한 확률을 할당할 수 있다. 객체성 점수(score, objectness score)는 각 예측된 인스턴스에 대한 신뢰도 또는 객체성 척도를 나타낸다. 이는 배경이 아닌 실제 객체에 나타난다. 마스크 커널(48)은 각 인스턴스에 대한 세분화 마스크의 생성에 필요한 인스턴스 관련 마스크 특징을 나타낼 수 있다.

[0080] 작업자 검출부(130)는 인스턴스 브랜치(45)의 입력 특징을 온도 마스크(43)로 가려 세분화 디코더(디코더)의 인스턴스 브랜치(45)에 공급할 수 있다(단계 S333).

[0081] 작업자 검출부(130)는 열화상 이미지(41)의 데이터셋에 픽셀 단위의 온도값이 없는 경우, 열화상 이미지(41)로부터 아래의 수학적식을 통해 온도맵(42)을 생성할 수 있다.

[0082] [수학식]

$$T(x, y) = \left(\frac{I(x, y) T_p^4}{I_p} \right)^{\frac{1}{4}} - 273.15$$

[0083]

[0084] 여기에서, T_p 는 310.35K이고, I_p 는 상기 열화상 이미지에서 작업자 영역의 평균 픽셀 값일 수 있다. $I(x, y)$ 는 상기 열화상 이미지에서 (x, y) 픽셀 위치에서의 픽셀 값이고, $T(x, y)$ 는 (x, y) 픽셀 위치에서 계산된 온도 값일 수 있다. 작업자 검출부(130)는 온도맵(42)에서 작업자에 해당하는 사람 영역의 근사 온도 값을 얻고, 데이터셋에 따라 사람 영역 또는 작업자 영역의 온도값 범위를 구할 수 있다.

[0085] 작업자 검출부(130)는 온도맵(42)에서 온도 범위 중 상위 40%의 온도 범위를 가진 영역을 식별하여 작업자 영역으로 결정하고, 작업자 영역을 선택하여 온도 마스크(43)를 생성할 수 있다. 온도 마스크(43)는 작업자 마스크(43)로 지칭될 수 있다.

[0086] 일 실시예에서, 작업자 검출부(130)는 열화상 이미지(41)의 데이터셋에 이미지의 각 픽셀에 대한 온도 값이 포함된 경우, 이 데이터를 활용하여 사람과 유사한 온도(예를 들어, 28도 내지 38도 범위)를 나타내는 영역을 식별하여 온도 마스크(43)를 생성할 수 있다.

[0087] 일 실시예에서, 작업자 검출부(130)는 입력된 열화상 이미지의 해상도를 가진 온도 마스크(43)를 얻은 후, 온도 마스크(43)의 해상도를 인스턴스 브랜치의 입력 특징이 가진 해상도와 일치하도록 해상도를 조정할 수 있다.

[0088] 작업자 검출부(130)는 인스턴스 브랜치(45)의 입력 특징과 온도 마스크(43)의 요소 단위 곱에 따른 결과값을 인스턴스 활성화 맵(47)에 입력하여 마스크 커널(48)을 포함하는 인스턴스 특징을 생성하고, 마스크 특징(M)과 마스크 커널(48)의 요소 단위 곱을 통해 세분화 마스크(49)를 생성할 수 있다(단계 S334)

[0089] 즉, 작업자 검출부(130)는 인스턴스 브랜치(45)에서 생성된 인스턴스 관련 마스크 커널(48)과 마스크 브랜치(46)에서 생성된 마스크 특징을 가지고 요소 단위 곱을 통해 각 인스턴스에 대한 세분화 마스크(49)를 생성할 수 있다. 세분화 마스크(49)는 열화상 이미지(41) 또는 컬러 이미지(44)에 포함된 물체에 대한 세분화 정보를 포함할 수 있다. 세분화 정보는 개별 객체를 식별하고 분리하는 프로세스를 통해 얻어진 객체의 위치, 모양, 크기 등에 대한 상세한 정보를 의미할 수 있다.

[0090] 세분화 마스크(Segmentation Mask)는 이미지에서 관심 있는 객체를 표시하는 이진 이미지를 의미할 수 있다. 세분화 마스크(Segmentation Mask)는 보통 원본 이미지와 동일한 크기를 가지며, 관심 있는 객체(예를 들어, 작업자)를 표시하는 픽셀은 1(또는 다른 양수)로, 그렇지 않은 픽셀은 0으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 작업자 검출부(130)는 이미지에서 작업자를 표시하는 세분화 마스크를 생성할 수 있다. 이 때, 세분화 마스크는 작업자 마스크일 수 있다.

[0091] 작업자 검출부(130)는 세분화 마스크를 사용하여 이미지의 각 픽셀이 어떤 클래스에 속하는지를 결정하고, 이를 바탕으로 이미지 내의 개별 객체를 식별하거나 분류할 수 있다. 예를 들어, 작업자 검출부(130)는 열화상 이미지에서 작업자인 사람에 해당하는 픽셀을 결정하고 세분화 마스크로 식별할 수 있다. 세분화 마스크는 작업자를 포함하는 객체의 정확한 위치와 경계를 표현하며, 픽셀 수준에서 객체를 분리할 수 있다. 즉, 작업자 검출 장치(100)는 작업자 검출부(130)를 통해 픽셀 단위에서 열화상 이미지 내의 작업자를 추정할 수 있다.

[0092] 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 방법의 흐름도이다. 도 5의 실시예는 열화상 이미지에 온도값이 포함된 경우에 해당할 수 있다.

[0093] 작업자 검출 장치(100)는 열화상 카메라로부터 열화상 영상을 수신할 수 있다(단계 S510).

[0094] 작업자 검출 장치(100)는 인공지능을 통해 위험지역을 설정할 수 있다(단계 S520).

[0095] 작업자 검출 장치(100)는 딥러닝 기반의 인공지능(AI) 모델을 통해 열화상 영상 내의 작업자를 탐지할 수 있다(단계 S530).

[0096] 작업자 검출 장치(100)는 인공지능 모델을 통해서 열화상 영상에서 작업자 마스크를 검출할 수 있다(단계 S540).

[0097] 작업자 검출 장치(100)는 검출된 작업자 마스크가 차지하는 영역의 평균 온도를 산출할 수 있다(단계 S550). 작업자 검출 장치(100)는 작업자 마스크의 영역의 평균 온도를 통해 열화상 영상 내에서 작업자의 위치를 최종적

으로 결정할 수 있다.

- [0098] 작업자 검출 장치(100)는 작업자 마스크의 영역의 평균 온도가 28도 내지 38도에 해당하는지 여부를 판단할 수 있다(단계 S560). 만약 단계 S560을 만족하는 경우, 작업자 검출 장치(100)는 작업자 마스크의 영역에 작업자가 위치하고 있다고 최종 결정할 수 있다. 작업자 마스크의 영역의 평균 온도가 28도 내지 38도에 해당하지 않는 경우, 작업자 검출 장치(100)는 다음 열화상 영상에 대한 처리를 수행할 수 있다. 즉, 열화상 영상의 다음 프레임 이미지에 대해서 동일한 방법으로 작업자를 검출하고 위험에 따른 작업기계 제어를 수행할 수 있다.
- [0099] 이후, 작업자 검출 장치(100)는 작업자 마스크와 위험지역이 중첩되는지 여부를 판단할 수 있다(단계 S570). 중첩되지 않는 경우, 작업자 검출 장치(100)는 다음 열화상 영상에 대한 처리를 수행할 수 있다.
- [0100] 작업자 검출 장치(100)는 작업자 마스크와 위험지역이 중첩되는 경우, 작업자 마스크가 차지하는 영역의 10% 이상이 위험지역에 중첩되는지 여부를 판단할 수 있다(단계 S580). 만약 그렇다면, 작업자 검출 장치(100)는 작업자에게 위험 알람을 보내고 위험지역에 배치된 작업기계의 구동을 멈출 수 있다(단계 S590). 그렇지 않다면, 작업자 검출 장치(100)는 다음 프레임 이미지에 대해서 작업자 검출 및 위험 제어를 수행할 수 있다.
- [0101] 도 6 및 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법에 의해 작업자가 검출된 이미지를 보여준다.
- [0102] 도 6 에서, 제1 이미지(610)에서 안전한 작업자 마스크(611)는 푸른색으로 표시된다. 위험지역(612)은 노란색 경계박스로 표시된다. 제1 이미지(610)에는 위험한 작업자 마스크가 없기 때문에, 위험은 감지되지 않는다.
- [0103] 반면에, 제2 이미지(620)는 위험한 작업자 마스크(623)를 포함한다. 제2 이미지(620)에서, 안전한 작업자 마스크(621)는 푸른색으로 표시되고, 위험한 작업자 마스크(621)는 녹색으로 표시될 수 있다. 안전한 작업자 마스크(621)는 위험지역(622)과 전혀 중첩하지 않는 작업자 마스크이고, 위험한 작업자 마스크(623)는 위험지역(622)과 작업자 마스크의 10% 이상이 중첩되는 작업자 마스크이다. 제2 이미지에서 위험한 작업자 마스크(623)는 위험지역(622)과 약 80 이상 중첩되어 있기 때문에, 위험은 감지된다. 따라서, 작업자 검출 장치(100, 도 1 참조)는 작업자에게 위험을 알리고 위험지역(622)에 배치된 작업기계(20, 도 1 참조)의 구동을 중지시킬 수 있다.
- [0104] 도 7 에서, 제3 이미지(710)는 위험지역에 작업자가 10% 미만으로 중첩된 경우이고, 제4 이미지(720)는 위험지역에 작업자가 10%이상으로 중첩된 경우이다.
- [0105] 제3 이미지(710)에서 작업자는 푸른색으로 표시되고 제4 이미지(720)에서 작업자는 녹색으로 표시된다. 제3 이미지(710)의 경우에는 위험 알람이 송신되지 않고, 제4 이미지(720)의 경우에는 위험 알람이 송신될 수 있다. 위험지역은 통유리 근처 낙사 위험이 있는 구역일 수 있다.
- [0106] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0107] 도 8을 참조하면, 실시예들에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법은 컴퓨팅 장치(800)를 이용하여 구현될 수 있다.
- [0108] 컴퓨팅 장치(800)는 버스(820)를 통해 통신하는 프로세서(810), 메모리(830), 사용자 인터페이스 입력 장치(840), 사용자 인터페이스 출력 장치(850) 및 저장 장치(860) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 컴퓨팅 장치(800)는 또한 네트워크(80)에 전기적으로 접속되는 네트워크 인터페이스(870)를 포함할 수 있다. 네트워크 인터페이스(870)는 네트워크(80)를 통해 다른 개체와 신호를 송신 또는 수신할 수 있다.
- [0109] 프로세서(810)는 MCU(Micro Controller Unit), AP(Application Processor), CPU(Central Processing Unit), GPU(Graphic Processing Unit), NPU(Neural Processing Unit) 등과 같은 다양한 종류들로 구현될 수 있으며, 메모리(830) 또는 저장 장치(860)에 저장된 명령을 실행하는 임의의 반도체 장치일 수 있다. 프로세서(810)는 도 1 내지 도 7과 관련하여 기술한 기능 및 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다.
- [0110] 메모리(830) 및 저장 장치(860)는 다양한 형태의 휘발성 또는 비 휘발성 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리는 ROM(read-only memory)(831) 및 RAM(random access memory)(832)를 포함할 수 있다. 본 실시예에서 메모리(830)는 프로세서(810)의 내부 또는 외부에 위치할 수 있고, 메모리(830)는 이미 알려진 다양한 수단을 통해 프로세서(810)와 연결될 수 있다.
- [0111] 몇몇 실시예에서, 실시 예들에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법 중 적어도 일부 구성 또는 기능은 컴퓨팅 장치(800)에서 실행되는 프로그램 또는 소프트웨어로 구현될 수 있고, 프로그램 또는 소프트웨어는 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체에 저장될 수 있다.

[0112] 몇몇 실시예에서, 실시 예들에 따른 열화상 영상을 이용한 인공지능 기반 작업자 검출 장치 및 방법 중 적어도 일부 구성 또는 기능은 컴퓨팅 장치(800)의 하드웨어 또는 회로를 사용하여 구현되거나, 컴퓨팅 장치(800)와 전기적으로 접속될 수 있는 별도의 하드웨어 또는 회로로 구현될 수도 있다.

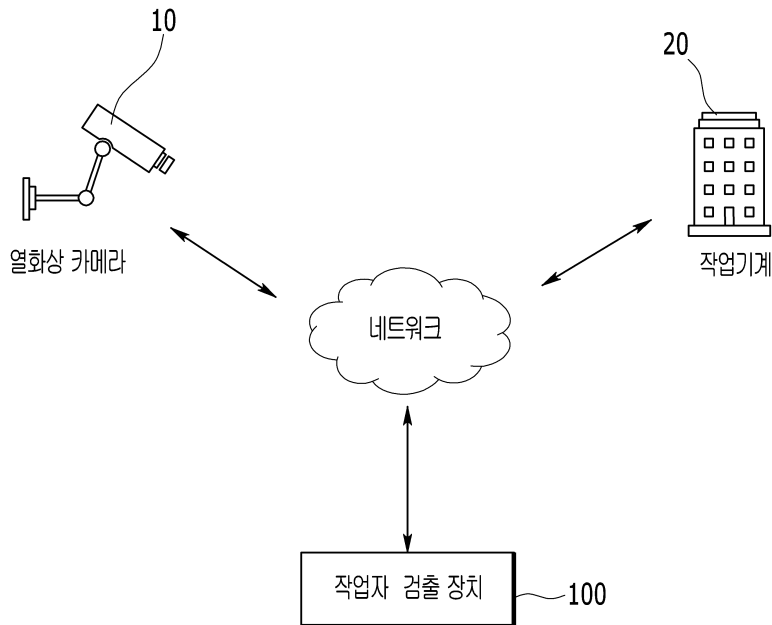
[0113] 이상에서 본 발명의 실시 예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리 범위가 이에 한정되는 것은 아니고, 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속한다.

부호의 설명

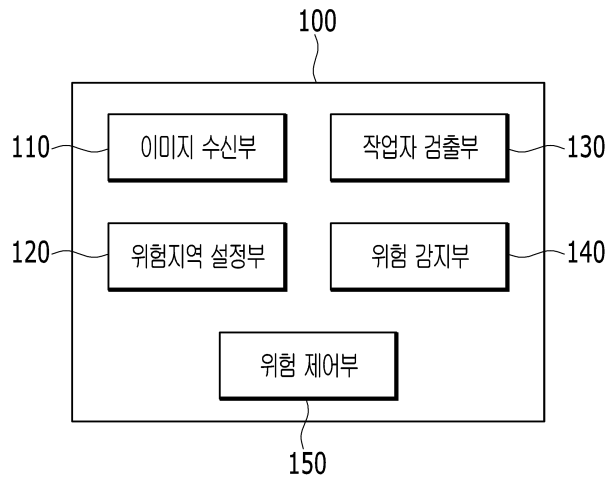
- [0114]
- 10: 열화상 카메라
 - 20: 작업기계
 - 100: 작업자 검출 장치
 - 110: 이미지 수신부
 - 120: 위험지역 설정부
 - 130: 작업자 검출부
 - 140: 위험 감지부
 - 150: 위험 제어부

도면

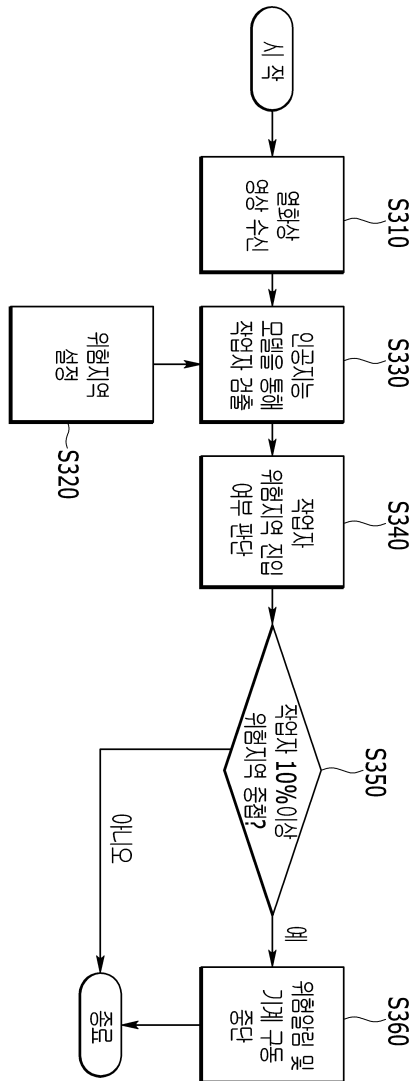
도면1



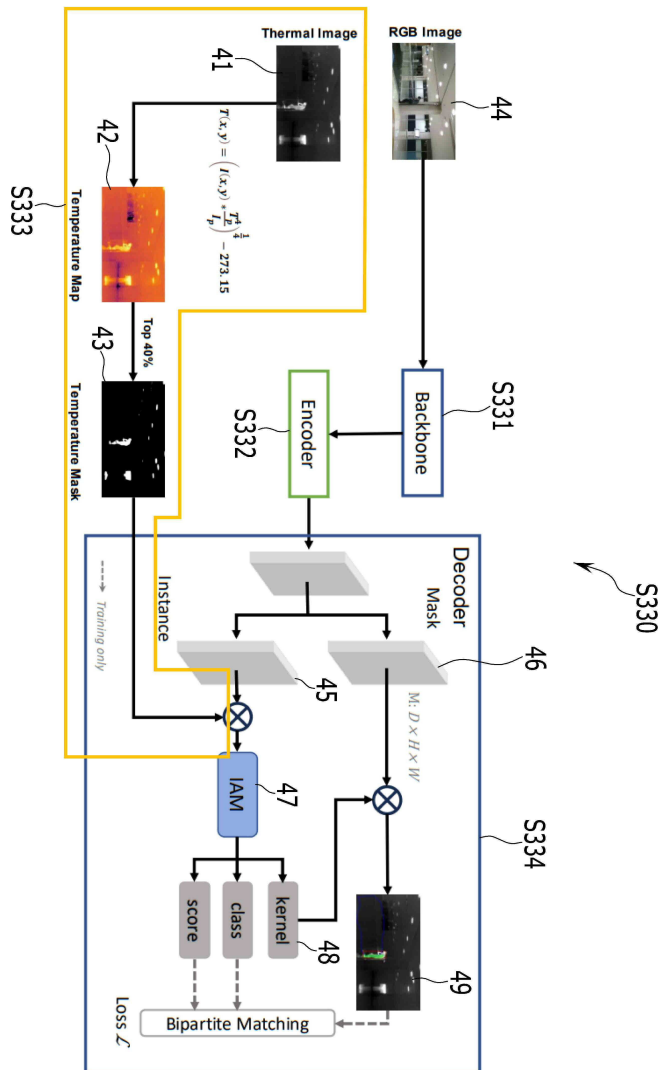
도면2



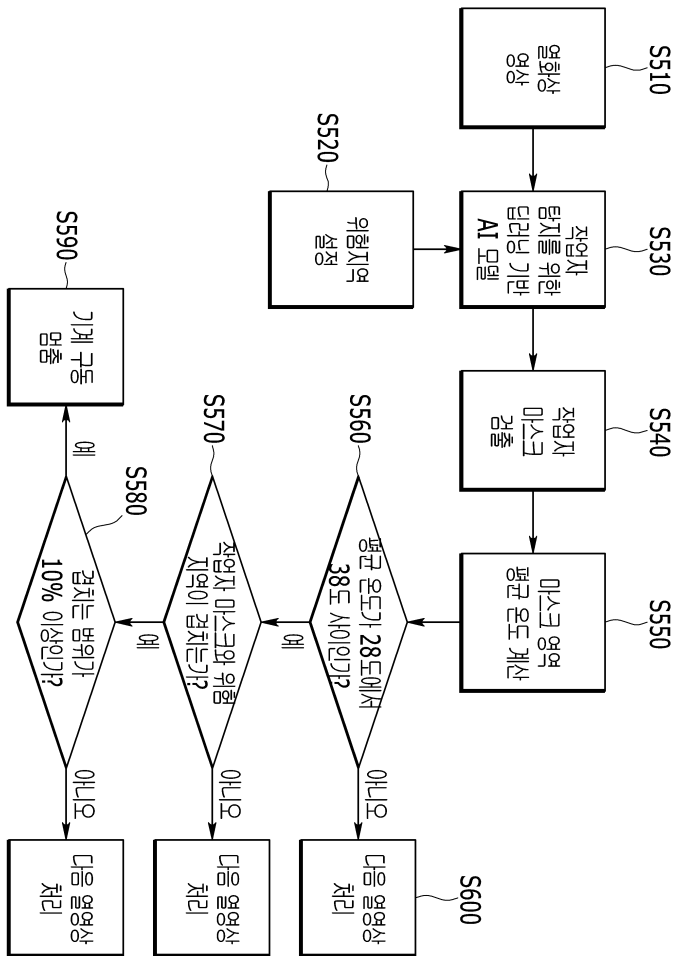
도면3



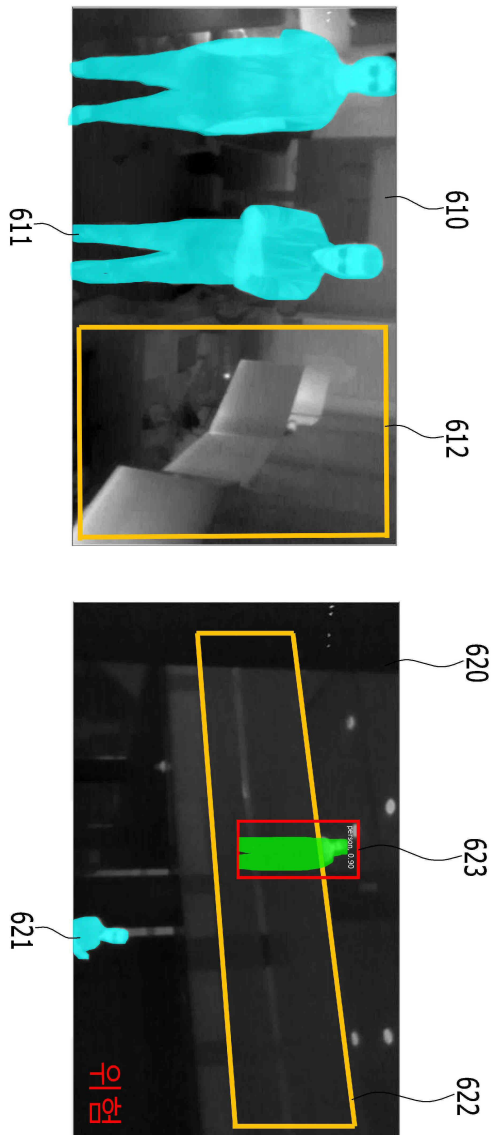
도면4



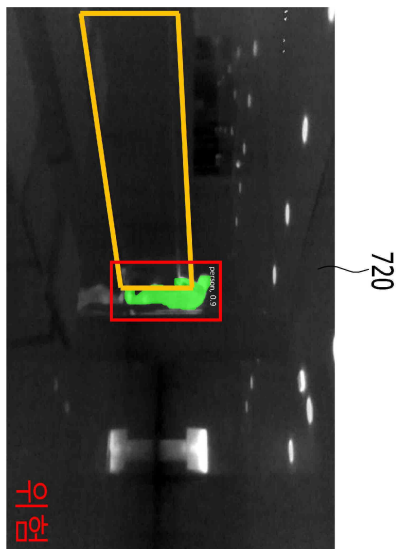
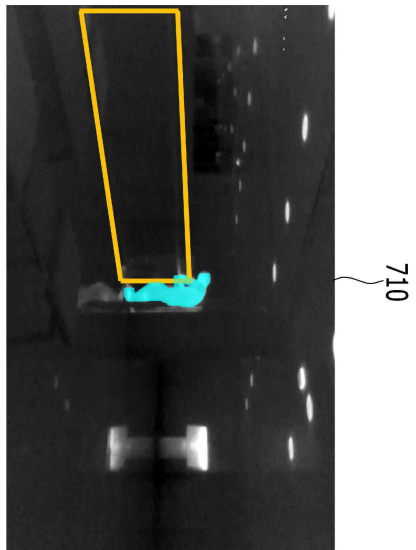
도면5



도면6



도면7



도면8

