(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0168244
(43) 공개일자 2023년12월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 10/422 (2022.01) *G01J 5/00* (2022.01)
G01M 3/00 (2006.01) *G01M 3/38* (2006.01)
G06N 20/10 (2019.01) *G06T 7/11* (2017.01)
G06T 7/60 (2017.01) *G06V 10/14* (2022.01)
G06V 10/20 (2022.01) *G06V 10/774* (2022.01)
G06V 10/88 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G01J 5/0014 (2013.01)
G01M 3/002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0068450
(22) 출원일자 2022년06월03일
심사청구일자 2022년06월03일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
강현덕
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
(74) 대리인
특허법인지원

전체 청구항 수 : 총 17 항

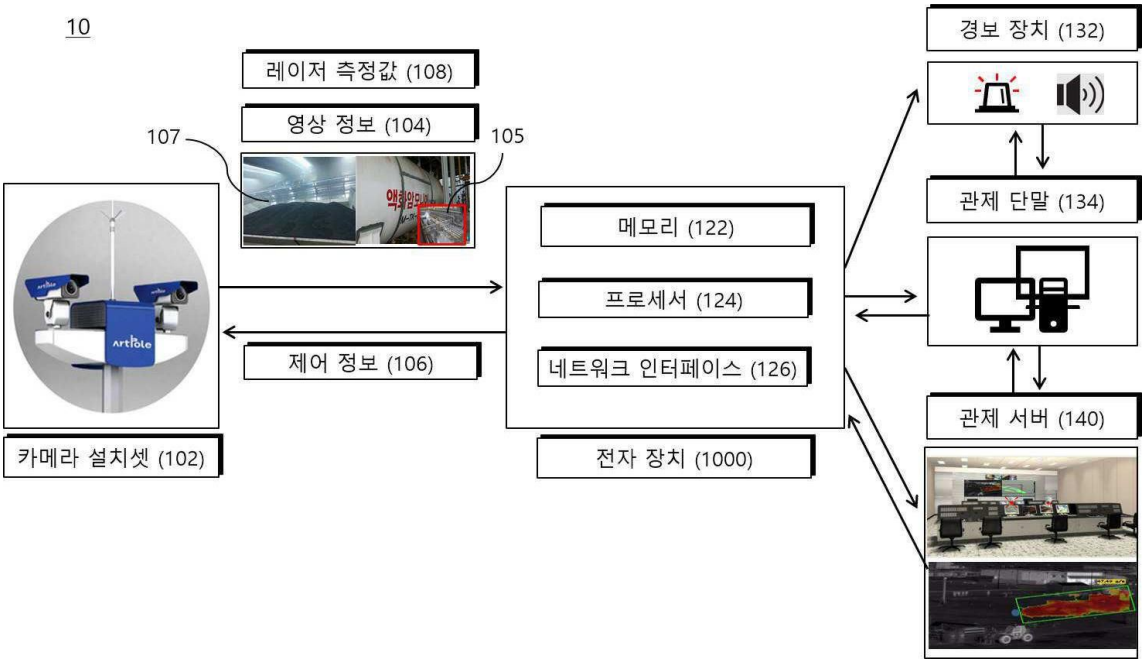
(54) 발명의 명칭 **가스 누출을 탐지하는 방법 및 이를 수행하는 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 장치**

(57) 요 약

본 개시는 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치 및 상기 전자 장치가 가스 누출을 탐지하는 방법에 관한 것이다. 일 실시 예에 의하면, 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 가스 누출을 탐지하는 방법은 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습

(뒷면에 계속)

대 표 도



영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 학습 영상들을 획득하는 단계; 상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성하는 단계; 상기 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습시키는 단계; 및 상기 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별하는 단계; 를 포함하고, 상기 표적 객체는 연기 객체, 가스 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01M 3/007 (2013.01)
G01M 3/38 (2013.01)
G06N 20/10 (2021.08)
G06T 7/11 (2017.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	9991007960
과제번호	21-SF-BR-06
부처명	국방부
과제관리(전문)기관명	국방과학연구소
연구사업명	민군기술이전사업
연구과제명	AI기반 유해가스 실시간 영상화 탐지체계 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)하이브시스템
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 상기 가스 누출을 탐지하는 방법에 있어서,

상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습 영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 학습 영상들을 획득하는 단계;

상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성하는 단계;

상기 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습시키는 단계; 및

상기 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별하는 단계; 를 포함하고,

상기 표적 객체는 연기 객체, 가스 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 방법은

상기 제1 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들 중 적어도 하나로부터 상기 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 상기 표적 객체가 검출된 타입의 영상들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 타입의 카메라 및 상기 제2 타입의 카메라는 각각 EO 카메라 및 OGI 카메라이고, 상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제1 타입 영상들은 가시광선 영상들이고, 상기 제2 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 영상들은 적외선 영상들인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 방법은

상기 제2 타입 학습 영상들 또는 상기 제2 타입 학습 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 학습 정보에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 정보가 입력되면, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 우도비 검정 모델을 학습시키는 단계; 및

상기 제2 타입 학습 영상들 또는 상기 제2 타입 학습 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 학습 정보에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 정보가 입력되면, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 서포트 벡터 머신 모델을 학습시키는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 방법은

상기 객체 인식 모델의 출력 값에 기초하여, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체가 검출되지 않는 것으로 식별되는 경우, 상기 제2 타입 영상들을 푸리에 변환함으로써 주파수 도메인상의 변환 영상 정보를 생성하는 단계;

상기 변환 영상 정보로부터 상기 표적 객체 및 상기 표적 객체 주변의 배경 간섭물질 각각에 대한 스펙트럼 정보를 추출하는 단계;

상기 추출된 스펙트럼 정보를 상기 학습된 우도비 검정 모델에 입력함으로써, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 단계; 및

상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는 경우, 상기 우도비 검정 모델의 출력 값에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 방법은

상기 우도비 검정 모델의 출력 값에 기초하여 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되지 않는 경우, 상기 추출된 스펙트럼 정보를, 상기 학습된 서포트 벡터 머신 모델에 입력함으로써, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 단계; 및

상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는 경우, 상기 서포트 벡터 머신 모델의 출력 값에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 형상 정보를 추출하는 단계는

상기 표적 객체가 검출된 타입의 영상들을 전처리 하는 단계;

기 설정된 표적 객체 정보에 기초하여 마스킹 데이터를 생성하는 단계;

상기 표적 객체가 검출된 타입의 영상들에 상기 마스킹 데이터를 적용함으로써 생성되는 표적 객체 영역들을, 상기 전처리된 영상들로부터 분리하는 단계; 및

상기 분리된 표적 객체 영역들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 분리된 표적 객체 영역들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 단계는

상기 분리된 표적 객체 영역 내 상기 표적 객체에 관한 외곽선 정보를 식별하는 단계;

상기 식별된 상기 외곽선 정보에 기초하여 표적 객체의 중심점 정보를 식별하는 단계;

상기 식별된 중심점 정보 및 상기 외곽선 정보에 기초하여 상기 표적 객체 영역의 방향 벡터를 식별하는 단계; 및

상기 식별된 외곽선 정보, 중심점 정보 및 상기 방향 벡터를 상기 표적 객체의 형상 정보로 추출하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 마스킹 데이터를 생성하는 단계는

상기 표적 객체가 검출된 타입의 영상들의 현재 프레임 이전의 프레임 이미지들에 대한 이동 평균 값을 결정하는 단계; 및

상기 결정된 이동 평균 값에 기초하여 상기 마스킹 데이터를 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 방법은

상기 분리된 표적 객체 영역들의 형상 정보에 기초하여, 상기 표적 객체가 검출된 타입의 영상들 내 인접하는 표적 객체 영역들 사이의 모션 벡터를 결정하는 단계;

상기 결정된 모션 벡터에 기초하여, 상기 분리된 표적 객체 영역들을 모델링하는 단계;

상기 모델링된 표적 객체 영역들을 나타내는 모션 벡터의 합벡터를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 합벡터의 크기 및 방향에 기초하여, 상기 표적 객체가 검출된 영상들에서, 상기 표적 객체가 생성된 위치에 관한 누출 원점 및 상기 표적 객체의 흐름 방향과 속도에 관한 흐름 벡터를 결정하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 방법은

상기 전자 장치와 연결된 레이저 측정기로부터 획득되는 레이저 측정 값에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라 또는 상기 제2 타입의 카메라 중, 상기 표적 객체가 검출된 영상들을 전송한 타입의 카메라로부터 상기 누출 원점에 대응되는 상기 표적 객체가 발생한 물리적 공간까지의 거리를 결정하는 단계;

상기 표적 객체가 검출된 영상들을 전송한 타입의 카메라의 팬틸트 정보를 획득하는 단계; 및

상기 획득된 누출 원점, 흐름 벡터, 상기 표적 객체가 발생한 물리적 공간까지의 거리 및 상기 팬틸트 정보에 기초하여, 구면 좌표계에서의 제1 좌표 값을 결정하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 방법은

상기 결정된 제1 좌표 값을 직교 좌표계의 제2 좌표 값으로 변경하는 단계;

상기 제1 타입의 카메라 또는 상기 제2 타입의 카메라 중 상기 표적 객체가 검출된 영상들을 전송한 타입의 카메라에 대해 미리 설정되는 렌즈 왜곡 값을 상기 제2 좌표 값에 반영함으로써 상기 제2 좌표 값을 제3 좌표 값으로 변경하는 단계; 및

상기 변경된 제3 좌표 값에 기초하여, 상기 검출된 표적 객체에 관한 제1 타입 영상들 및 상기 검출된 표적 객체에 관한 제2 타입 영상들을 합성함에 따라 생성되는 누출 영상을 미리 획득된 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 13

인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치에 있어서,

네트워크 인터페이스;

하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및

상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 적어도 하나의 프로세서; 를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습 영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 학습 영상들을 획득하고,

상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성하고,

상기 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습시키고,

상기 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별하고,

상기 표적 객체는 연기 객체, 가스 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전자 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 제1 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들 중 적어도 하나로부터 상기 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 상기 표적 객체가 검출된 타입의 영상들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출하는, 전자 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제1 타입의 카메라 및 상기 제2 타입의 카메라는 각각 EO 카메라 및 OGI 카메라이고, 상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제1 타입 영상들은 가시광선 영상들이고, 상기 제2 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 영상들은 적외선 영상들인 것을 특징으로 하는, 전자 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 제2 타입 학습 영상들 또는 상기 제2 타입 학습 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 학습 정보에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 정보가 입력되면, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 우도비 검정 모델을 학습시키고,

상기 제2 타입 학습 영상들 또는 상기 제2 타입 학습 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 학습 정보에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 정보가 입력되면, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 서포트 벡터 머신 모델을 학습시키는, 전자 장치.

청구항 17

인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 상기 가스 누출을 탐지하는 방법에 있어서,

상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습 영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2

타입 학습 영상들을 획득하는 단계;

상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성하는 단계;

상기 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습시키는 단계; 및

상기 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별하는 단계; 를 포함하고,

상기 표적 객체는 연기 객체, 가스 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 가스 누출을 탐지하는 방법 및 이를 수행하는 인공지능 기반 가스 누출 탐지를 위한 전자 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 적어도 하나의 인공 지능 모델을 이용하여 가스 누출을 탐지하는 방법 및 이를 수행하는 전자 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 산업현장이나 생활 주변에서 사용되는 여러 종류의 가스 중 인체에 치명적이거나 폭발성을 띄는 가스누출의 탐지는 매우 중요하며, 2차적인 안전사고로 확대되는 것을 방지하기 위해 실시간 모니터링이 필요하다. 특히, 저탄장에서 발생하는 매탄, 암모니아 저장탱크 또는 가스 배관에서 발생하는 암모니아와 같은 가스의 경우 시각적으로 확인하기가 어렵기 때문에 이러한 가스의 누출을 사전에 탐지하여 안전 사고를 예방할 필요가 있다.

[0004] 그러나, 종래 가스 경보 및 탐지를 위한 기술의 경우 가스 센서, 비디오 카메라를 활용하는 일부 기술들을 개시하나, 가스의 탐지 및 추적의 정확도에 한계가 있으며, 경보장치와 연동되어 현장 내부의 가스 누출을 모니터링하고 누출 원점을 탐지하는데 인력을 활용하는 경우가 많아 사고 대처에 미흡한 한계가 있다. 따라서, 미리 설정된 가스, 연기 및 불꽃과 같은 표적 객체를 효과적으로 탐지하고 관리하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2355884호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 일 실시 예에 의하면, 인공지능 기반 유해 가스 실시간 영상화 탐지 시스템 및 이의 동작 방법이 제공될 수 있다.

[0008] 보다 상세하게는, 상기 시스템에 사용될 수 있는 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치 및 상기 전자 장치가 가스 누출을 탐지하는 방법이 제공될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 상기 가스 누출을 탐지하는 방법은 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습 영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 학습 영상들을 획득하는 단계; 상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성하는 단계; 상기 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습시키는 단계; 및 상기 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별하는 단계; 를 포함하고, 상기 표적 객체는 연기 객체, 가스 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0011] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 또 다른 실시 예에 의하면, 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치에 있어서, 네트워크 인터페이스; 하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 적어도 하나의 프로세서; 를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습 영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 학습 영상들을 획득하고, 상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성하고, 상기 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습시키고, 상기 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별하고, 상기 표적 객체는 연기 객체, 가스 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전자 장치가 제공될 수 있다.

[0012] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 또 다른 실시 예에 의하면, 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 상기 가스 누출을 탐지하는 방법에 있어서, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습 영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 학습 영상들을 획득하는 단계; 상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성하는 단계; 상기 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습시키는 단계; 및 상기 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별하는 단계; 를 포함하고, 상기 표적 객체는 연기 객체, 가스 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 일 실시 예에 의하면 적어도 하나의 인공 지능 모델을 이용하여 가스 객체의 누출을 효과적으로 탐지할 수 있다.

[0015] 일 실시 예에 의하면, 복수 타입의 영상 데이터에 기초하여 적어도 하나의 인공 지능 모델을 학습시키고, 학습된 적어도 하나의 인공 지능 모델을 이용하여 가스 누출을 탐지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치 및 상기 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치를 포함하는 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작 과정을 개략적으로 설명하기 위한

도면이다.

도 2는 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작 과정을 나타내는 도면이다.

도 3은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 4는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체 검출 여부를 식별하는 방법의 흐름도이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 주파수 패턴에 따라 식별되는 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 과정을 나타내는 도면이다.

도 6은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 주파수 패턴에 따라 식별되는 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 과정을 나타내는 도면이다.

도 7은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 구체적인 방법의 흐름도이다.

도 8은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체의 형상을 식별하고 이를 추적하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 방법의 흐름도이다.

도 10은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체의 누출 원점 및 흐름 벡터를 결정하는 구체적인 방법의 흐름도이다.

도 11은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 가스 누출의 탐지를 위한 합성 영상을 생성하는 방법의 흐름도이다.

도 12는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 생성한 누출 영상 및 상기 누출 영상을 파노라마 영상에 합성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 누출 영상을 생성하는 방법의 흐름도이다.

도 14는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 누출 영상을 생성하는 구체적인 방법의 흐름도이다.

도 15는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 합성 영상을 생성하는 방법의 흐름도이다.

도 16은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 파노라마 영상에 대한 누출 영상의 좌표를 결정하는 방법의 흐름도이다.

도 17은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 레이저 측정 값 및 카메라의 팬틸트 정보에 기초하여 누출 원점에 대한 좌표 변환하는 과정을 나타내는 도면이다.

도 18은 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작 과정을 나타내는 도면이다.

도 19는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 인공지능 모델을 이용하여 가스 누출을 탐지하는 방법의 흐름도이다.

도 20은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 객체 인식 모델을 학습시키고, 학습된 객체 인식 모델을 활용하는 과정을 나타내는 도면이다.

도 21은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 우도비 검정 모델 및 서포트 벡터 모신 모델을 학습과정을 나타내는 흐름도이다.

도 22은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 우도비 검정 모델 및 서포트 벡터 모신 모델을 학습하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 23은 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 복수의 소프트웨어 모듈을

이용하여 가스 누출을 탐지하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 24는 또 다른 실시 예에 따라, 측정 장치, 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버, 경보/제어 서버 및 관제 장치가 서로 연동함으로써 가스 누출을 탐지하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 25는 또 다른 실시 예에 따라, 전자 장치, 경보 장치 및 서버가 서로 연동함으로써 가스 누출을 탐지하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 26은 일 실시 예에 따른 전자 장치의 블록도이다.

도 27은 또 다른 실시 예에 따른 전자 장치의 블록도이다.

도 28은 또 다른 실시 예에 따른 가스 누출 탐지 시스템의 장치 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 29는 일 실시 예에 따른 서버의 블록도이다.

도 30은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 제공하는 사용자 인터페이스 화면을 나타내는 도면이다.

도 31은 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 제공하는 사용자 인터페이스 화면을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 개시에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0019] 본 개시에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0020] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 개시의 실시 예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0023] 도 1은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치 및 상기 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치를 포함하는 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작 과정을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0024] 일 실시 예에 의하면 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치(1000)(이하에서는 '전자 장치'로 명명)는 적어도 하나의 타입의 카메라 및 레이저 측정기를 포함하는 카메라 설치셋(102)으로부터 모니터링 대상 공간에 대한 영상 정보들(104)을 획득하고, 획득된 영상들을 인공지능 모델에 입력함으로써, 획득된 영상들 내에 연기, 가스 또는 불꽃 중 적어도 하나를 포함하는 표적 객체가 있는지 여부를 결정할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 전자 장치(1000)는 적어도 하나의 타입의 카메라들로부터 적어도 하나의 타입에 따른 복수의 영상들을 인공지능 모델에 입력하고, 인공 지능 모델의 출력 값에 기초하여, 가스 객체, 연기 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함하는 표적 객체가 검출되는 경우, 표적 객체의 형상 정보를 추출하고, 추출된 형상 정보에 기초하여 표적 객체를 모델링 및 추적할 수 있다.

[0025] 본 명세서에서 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템(10) 또는 전자 장치(1000)가 탐지하는 표적 객체는 가스 객체, 가스가 공기 중에서 기체상태로 유동함에 따라 가스 입자 및 공기 입자가 일체가 된 상태의 연기 객체,

가스가 연소함에 따라 생성되는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따른 가스 객체, 연기 객체, 불꽃 객체는 가시광선 또는 상기 가시광선과 다른 파장 대의 전자기파(예컨대 적외선 등)를 통해 감지될 수 있다.

[0026] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 카메라 설치셋(102)으로부터 획득하는 영상 정보는 저탄장, 암모니아 배관이 설치된 작업 현장을 EO 카메라 또는 OGI 카메라 중 적어도 하나를 이용하여 촬영함으로써 획득되는 가시광선 영상 또는 적외선 영상들일 수 있다. 또한, 가시광선 영상 및 적외선 영상들은 미리 설정된 프레임 간격을 가지는 복수의 가시광선 프레임 이미지들 및 복수의 적외선 프레임 이미지들을 포함할 수 있다.

[0027] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 영상 정보(104)들을 분석한 결과, 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 경보 장치(132)가 시각적 또는 청각적 컨텐츠를 출력하도록 하는 제어 신호를 전송함으로써 가스 누출과 같은 위험한 상황이 발생하였다는 사실을 작업자들에게 효과적으로 전달할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 모니터링 대상 공간에 인접하게 설치되는 관제 단말(134)과 연결될 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 관제 단말로 영상 정보(104) 및 레이저 측정값(108)들을 전달하거나, 전자 장치(10000가 인공 지능 모델을 이용하여 영상 정보(104)를 분석한 결과(예컨대 표적 객체 검출 여부, 표적 객체에 대한 형상 정보, 누출 원점, 가스 누출 여부, 가스 종류에 대한 정보)를 관제 단말(134)로 전송할 수도 있다.

[0028] 일 실시 예에 의하면, 관제 단말(134)은 카메라 설치셋(102)과 직접 연결될 수도 있으며, 전자 장치(1000) 또는 카메라 설치셋(102)으로부터 획득되는 영상 정보들을 직접 저장함과 함께, 획득된 영상 정보들을 출력할 수 있다. 또한, 관제 단말(134)은 전자 장치(1000)에 포함된 메모리, 프로세서 및 네트워크 인터페이스에 대응되는 구성들을 포함하고, 획득된 영상 정보들을 가스 누출 탐지를 위한 인공지능 모델에 입력함으로써, 표적 객체가 식별되는지 여부, 가스 누출과 같은 이벤트가 탐지되었는지 여부, 표적 객체의 형상 정보들을 결정할 수 있고, 표적 객체 검출과 같은 이벤트가 발생되는 경우 경보 장치(132)로 직접 경고 컨텐츠 출력을 위한 제어 신호를 전송하거나, 표적 객체에 대한 정보들을 디스플레이 장치(예컨대 관제 단말용 모니터)를 통해 직접 출력할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면 관제 단말(134)은 인공지능 기반 가스 영상 서버, 경보/제어 서버 및 쿨링 시스템을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 작업 현장 내 연산이 필요한 자산에 대한 효율적 처리를 위한 MEC(Multi Access Edge Computing) 서버를 더 포함할 수도 있다. 또한, 관제 단말(134)은 멀티 이더넷 장치를 통해 외부의 여러 장비들과 실시간으로 연결될 수도 있다.

[0029] 일 실시 예에 의하면, 관제 서버(140)는 카메라 설치셋(102), 전자 장치(1000), 관제 단말(134) 또는 경보 장치(132)중 적어도 하나와 연결됨으로써 가스 누출 탐지 시스템(10)내 구성들의 동작을 제어할 수 있다. 예를 들어, 관제 서버(140)는 전자 장치(1000)로부터 모니터링 대상 공간에 대한 영상 정보들(104), 표적 객체 검출에 따른 표적 객체에 대한 정보(예컨대 종류, 누출 원점, 실제 카메라 설치셋으로부터의 물리적 위치 정보) 및 합성 영상을 획득하고, 획득된 영상 정보들, 표적 객체에 대한 정보 및 합성 영상을 디스플레이상에 출력할 수 있다. 관제 서버(140)는 수집된 데이터들을 통합 관리함으로써 모니터링 대상 공간에 대한 관리를 용이하게 할 수 있다.

[0030] 또한, 일 실시 예에 의하면, 관제 서버(140)는 모니터링 대상 공간에 대한 영상 정보들, 합성 영상 및 표적 객체에 관한 정보를 출력함과 함께, 가스 누출 탐지 및 관리를 위한 사용자 인터페이스를 화면상에 출력할 수 있다. 관제 서버(140)는 출력된 사용자 인터페이스에 대한 관제자들의 사용자 입력에 기초하여 가스 누출 탐지 시스템(10)내 장치들의 동작을 제어함으로써, 가스 누출 시 해당 가스 누출 원점에 대한 모니터링이 지속되도록 할 수 있다.

[0031] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 레이저 측정값과 카메라 설치셋(102)의 팬틸트 정보에 기초하여, 추적된 표적 객체에 대해 생성되는 누출 영상의 파노라마 영상에 대한 좌표를 결정하고, 결정된 좌표에 기초하여 표적 객체에 관한 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성하며, 원 영상 정보, 누출 원점, 좌표 정보, 누출 영상 및 합성 영상에 대한 정보를 관제 단말(134) 또는 관제 서버(140) 중 적어도 하나로 전송함으로써, 관제자로 하여금 누출된 표적 가스에 대한 모니터링이 용이하도록 할 수 있다.

[0032] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 영상 정보를 분석한 결과, 표적 객체에 관한 누출 영상의 파노라마 영상에 대한 영상 상에서의 위치 뿐만 아니라, 실제 누출 원점에 대한 물리적 공간에 대한 위치 정보를 관제 단말(134), 관제 서버(140)로 더 전송할 수도 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 카메라 설치셋(102)의 레이저 측정기로부터 레이저 측정값(108)을 획득하고, 획득된 레이저 측정값과 미리 결정된 카메라 설치셋의 위치 정보에 기초하여 카메라 설치셋(102)으로부터 실제 표적 객체가 발생한 물리적 거리 및 상기 실제 표적 객체가 발생한 물리적 공간상에서의 위치를 식별하고, 식별된 물리적 거리 및 위치에 대한 정보를 관제 서버(140)로 제

공함으로써 관제자로 하여금 표적 객체가 누출된 위치를 정확하게 인지하도록 할 수 있다.

[0033] 또한, 일 실시 예에 의하면 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치(1000)는 카메라 설치셋(102)으로부터 획득된 영상 정보들을 인공 지능 모델에 입력함으로써 분석한 결과, 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 소정의 이벤트가 발생한 것으로 결정하고, 경보 장치(132)로 제어 신호를 전송함으로써 시각적 또는 청각적 경고 컨텐츠들이 출력되도록 할 수 있다.

[0034] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 가스 누출 탐지를 위해 필요한 소프트웨어 모듈들(예컨대 가스 누출 탐지를 위한 하나 이상의 인스트럭션 집합들)을 저장할 수 있고, 프로세서(120)는 상기 메모리(122)에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써 가스 누출 탐지 프로세스를 수행할 수 있다. 또한, 네트워크 인터페이스(126)는 전자 장치(1000)와 연결된 다른 전자 장치들로부터 데이터를 획득하건, 전송하는 기능을 수행할 수 있다.

[0035] 일 실시 예에 의하면, 도 1에 도시된 가스 누출 탐지 시스템(10)은 카메라 설치셋(102), 전자 장치(1000), 경보 장치(132), 관제 단말(134) 및 관제 서버(140)를 포함할 수 있으며, 가스 누출 탐지를 위한 기타 장치를 더 포함할 수도 있다. 또한, 일 실시 예에 따른 가스 누출 탐지 시스템(10) 내 장치들은 적어도 하나의 네트워크를 통해 서로 연결될 수 있다. 일 실시 예에 따른 가스 누출 탐지 시스템(10)내 장치들 사이의 데이터 전송 시 미리 설정된 데이터 손실률(예컨대 5% 미만) 및 미리 설정된 데이터 전송 주기(예컨대 1초 미만)에 따라 데이터들이 전송될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0036] 일 실시 예에 의하면 적어도 하나의 네트워크는 근거리 통신망(Local Area Network; LAN), 광역 통신망(Wide Area Network; WAN), 부가가치 통신망(Value Added Network; VAN), 이동 통신망(mobile radio communication network), 위성 통신망, 각 네트워크 구성 주체들이 통신을 할 수 있도록 하는 포괄적 의미의 데이터 통신망 및 이들의 상호 조합을 포함할 수 있다.

[0037] 본 개시에 따른 가스 누출 탐지 시스템(10) 및 전자 장치(1000)는 광범위한 저탄장 모니터링 시스템에 사용되거나, 대량의 암모니아 저장 탱크/가스배관이 설치된 공간의 모니터링 시스템에 사용될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 가스 객체, 연기 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나를 포함하는 표적 객체들의 추적 및 모니터링이 필요한 작업 현장에 사용될 수 있다.

[0039] 도 2는 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작 과정을 나타내는 도면이다.

[0040] 도 2를 참조하여 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템(20)의 동작 과정을 설명하기로 한다. 일 실시 예에 의하면 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템(20)은 카메라 설치셋(210), AI 가스영상 탐지 서버(222), 경보/제어 서버(224), 가스 누출 알람 및 경보 장치(230) 및 관제 단말기(228), 상황실 영상 시스템(242)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 카메라 설치셋(210)은 가스 이미징 카메라(212)(예컨대 Optical Gas Imaging, OGI 카메라), EO 카메라(예컨대 Electro-Optical, EO) 및 레이저 측정기를 포함할 수 있다.

[0041] 일 실시 예에 의하면 가스 이미징 카메라(212)는 물체에서 방출되는 적외선 복사 에너지를 전자적으로 센싱함으로써, 눈에 보이지 않는 가스 객체들에 대한 이미지 또는 미리 설정된 프레임 간격의 복수의 이미지들을 포함하는 적외선 영상을 생성하는 카메라일 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, EO 카메라는 물체에서 반사되는 가시 광선을 이미지 센서를 통해 센싱함으로써 가시 광선 이미지 또는 미리 설정된 프레임 간격의 복수의 가시광선 이미지들을 포함하는 가시광선 영상을 생성하는 카메라일 수 있다.

[0042] 일 실시 예에 의하면 레이저 측정기(214)는 레이저를 방출하고, 방출된 레이저가 대상 객체에 반사됨에 따른 시간을 측정함으로써 레이저 측정기(214) 또는 카메라 설치셋(210)으로부터 대상 객체까지의 거리 값을 나타내는 레이저 측정 값을 획득할 수 있다. 카메라 설치셋(210)은 적외선 영상들, 가시광선 영상들 및 레이저 측정 값을 가스 누출 탐지 시스템(10)내 적어도 하나의 장치들로 전송할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 가스 이미징 카메라(212) 및 EO 카메라(216)의 촬영 화각, 촬영 주기는 서로 다르게 설정될 수 있으며, 가스 이미징 카메라(212) 및 EO 카메라(216)가 적외선 영상들 및 가시광선 영상들을 전송하는 동작 조건은 사용자 입력 조건에 따라 미리 설정될 수 있다.

[0043] 일 실시 예에 의하면, AI 가스 영상 탐지 서버(222)는 카메라 설치셋(210)으로부터 획득된 영상들에 나타나는 표적 객체를 탐지하고, 탐지된 표적 객체의 누출 원점을 식별하며, 표적 객체에 대한 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 시각화하는 기능을 수행할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 경보/제어 서버(224)는 표적 객체

검출에 따른 이벤트 발생이 탐지되면 가스누출 알람 및 경보 신호를 경보 장치로 전송할 수 있다. 또한, 경보/제어 서버(224)는 카메라 설치셋(210)에서 획득되는 영상 정보들, 상기 표적 객체에 관한 누출 영상 및 합성 영상들을 저장할 수 있다.

[0044] 또한, 경보/제어 서버(224)는 사용자 입력에 기초하여 저장된 영상들에 대한 검색 기능, 가스 누출 탐지 시스템(20)내 장치 동작 환경을 설정하기 위한 환경설정 기능, 가스 누출 탐지 시스템(20)내 장치들의 동작 제어를 위한 동작 제어 기능을 제공할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면 경보/제어 서버(224)는 TCP/IP를 통해 이벤트 발생 신호 데이터를 경보 장치 또는 상황실 영상 시스템(242)으로 송수신할 수 있다.

[0045] 관제 단말기(228)의 동작은 도 1에 도시된 관제 단말(134)의 동작에 대응될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다. 상황실 영상 시스템(242)은 도 2에 도시된 바와 같이, 표적 객체가 검출되는 경우, 표적 객체에 대한 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 생성되는 합성 영상을 출력할 수 있다. 상황실 영상 시스템(242)의 동작은 도 1에 도시된 관제 서버(140)의 동작에 대응될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0047] 도 3은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0048] 도 3을 참조하여 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작 방법을 설명하기로 한다. 도 3에 도시된 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작은 도 1에 도시된 전자 장치(1000)에 의해서도 수행될 수도 있음은 물론이다.

[0049] S302에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 EO 영상 및 OGI 영상을 획득할 수 있다. 예를 들어, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 적어도 하나의 EO 카메라 및 적어도 하나의 OGI 카메라로부터 복수의 EO 영상들 및 OGI 영상들을 획득할 수 있다. S304에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 S304에서 획득된 영상들을 객체 인식 모델(304)에 입력할 수 있다. 예를 들어, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 적어도 하나의 EO 카메라로부터 획득된 EO 영상 및 적어도 하나의 OGI 카메라로부터 획득된 OGI 영상들을 객체 인식 모델에 입력할 수 있다.

[0050] 도 3에는 도시되지 않았지만, 일 실시 예에 의하면 가스 누출 탐지 시스템(10)은 EO 영상 및 OGI 영상을 획득하고, 획득된 EO 영상 및 OGI 영상에 대한 이진화, 리사이징, 노멀라이즈(Normalize), 데이터 증강(Data Augmentation) 와 같은 전처리 과정을 수행할 수 있다. 가스 누출 탐지 시스템(10)은 전처리된 EO 영상 및 OGI 영상들을 객체 인식 모델에 입력함으로써 객체 인식 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0051] S306에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 S302에서 객체 인식 모델의 출력 값에 기초하여 영상들로부터 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 객체 인식 모델(304)은 카메라 영상들이 입력되면 가스 객체, 연기 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나에 관한 표적 객체 또는 상기 표적 객체를 적어도 일부에 포함하는 객체 후보 영역을 출력하도록 미리 학습되는 인공지능 모델일 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 객체 인식 모델은 손실(loss) 값 또는 코스트(cost) 값이 감소 또는 최소화되도록 복수의 가중치들이 수정 및 갱신되는 신경망 모델일 수 있다.

[0052] 예를 들어, 객체 인식 모델은 가스 객체, 불꽃 객체 또는 연기 객체에 대한 이미지 또는 영상 학습 데이터에 기초하여 학습됨으로써, 영상 또는 이미지 내 가스 객체, 불꽃 객체 또는 연기 객체를 적어도 일부에 포함하는 객체 후보 영역을 출력함과 함께, 객체 후보 영역 내 표적 객체에 대한 픽셀 정보, 객체 후보 영역의 이미지상에서의 좌표 정보를 함께 출력하도록 마련될 수 있다. 예를 들어, 객체 인식 모델(304)은 CNN (Convolutional Neural Network), DNN (Deep Neural Network), RNN (Recurrent Neural Network), RBM (Restricted Boltzmann Machine), DBN (Deep Belief Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network) 또는 심층 Q-네트워크 (Deep Q-Networks) 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 객체 인식 모델(304)은 EO 영상들 또는 OGI 영상들 내 픽셀 값에 기초하여, 소정의 객체 후보 영역이 표적 객체에 대응될 확률 값을 결정하고, 결정된 확률 값에 기초하여 소정의 우선 순위에 따른 객체 후보 영역을 출력하도록 학습되는 YOLO, R-CNN, SSD 와 같은 객체 컴퓨터 비전 모델일 수 있다.

[0053] S308에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 객체 인식 모델을 이용하여 EO 영상들 및 OGI 영상들로부터 표적 객체가 검출되지 않는 것으로 식별되는 경우, OGI 영상을 주파수 변환함으로써 변환 영상 정보를 생성할 수 있다. 예를 들어, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 객체 인식 모델을 이용하여 표적 객체가 검출되지 않는 것으로 1차적으로 식별되는 경우, 적외선 영상인 OGI 영상에 DFT 이산 푸리에 변환을 적용함으로써 주파수 도메인의 변환 영상 정보를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 변환 영상 정보는 주파수 별 크기 및 위상 정보를 포함하는 주

파수 패턴을 포함할 수 있다.

[0054] S310에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 변환 영상 정보가 입력되면 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 존재하는지 여부를 식별하는 우도비 검정 모델(310)에 변환 영상 정보를 입력함으로써 표적 객체에 따른 주파수 패턴을 분석할 수 있다. S312에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 우도비 검정 모델(310)을 변환 영상 정보에 적용함에 따라 우도비 검정 모델(310)의 출력 값에 기초하여, 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는지 여부를 결정할 수 있다.

[0055] S314에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 우도비 검정 모델을 이용한 결과 변환 영상 정보로부터 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되지 않는 경우, SVM 모델(314)(예컨대 서포트 벡터 머신 모델, Support Vector Machine)을 변환 영상 정보에 적용함으로써, 변환 영상 정보 내 표적 객체에 따른 주파수 패턴을 재 분석한다. S316에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 SVM 모델의 출력 값에 기초하여 변환 영상 정보 내 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별할 수 있다.

[0056] S322에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 S306에서 객체 인식 모델에 EO 영상들 및 OGI 영상들을 입력한 결과 표적 객체가 검출되는 것으로 결정되는 경우, 표적 객체가 검출된 EO 영상들 또는 표적 객체가 검출된 OGI 영상들 내 표적 객체를 배경과 분리할 수 있다. 예를 들어, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 검출된 표적 객체 정보에 기초하여 마스킹 데이터를 생성하고, 생성된 마스킹 데이터를 EO 영상들 및 OGI 영상들에 적용함으로써 표적 객체 영역들을 분리할 수 있다.

[0057] S324에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 분리된 표적 객체 영역으로부터 객체의 형상을 검출할 수 있다. 예를 들어, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 표적 객체 영역 내 외곽선 정보, 중심점 정보, 방향 벡터를 표적의 객체 형상 정보로 출력할 수 있다. S326에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 표적 객체 영역들에 나타나는 형상 정보에 기초하여 표적 객체가 생성된 위치에 관한 누출 원점 및 상기 표적 객체의 흐름 방향과 속도에 관한 흐름 벡터를 결정할 수 있다.

[0058] S328에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 누출 원점 및 흐름 벡터에 기초하여 거리좌표 및 구면 좌표를 식별하고, 식별된 좌표에 따라 결정되는 위치 정보들을 변환할 수 있다. 구체적으로, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 누출 원점 및 흐름 벡터에 기초하여 영상에서 표적 객체가 식별되는 것으로 결정된 위치에 레이저를 송수신함으로써 레이저 측정 값을 획득하고, 획득된 레이저 측정값에 기초하여 카메라 설치셋으로부터 누출 원점까지의 거리를 획득할 수 있다. 또한, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 해당 누출 원점을 모니터링하는 카메라 설치셋의 팬틸트 정보를 획득할 수 있다.

[0059] 본 개시에 따른 가스 누출 탐지 시스템(10)은 카메라 설치셋으로부터 누출 원점까지의 거리 및 카메라 팬틸트 정보에 기초하여 구면 좌표계에서의 제1 좌표 값을 결정할 수 있다. 가스 누출 탐지 시스템(10)은 결정된 구면 좌표계에서 제1 좌표 값을 직교 좌표계의 제2 좌표 값으로 변환하고, 직교 좌표계로 변환된 제2 좌표 값에 카메라 왜곡 값을 반영함으로써 제3 좌표 값을 생성할 수 있다. 가스 누출 탐지 시스템(10)은 제 3 좌표 값에 기초하여, 표적 객체가 발생한 누출 영상의 파노라마 영상에 대한 기준 위치를 식별하고, 식별된 기준 위치에 따라 누출 영상을 파노라마 영상에 합성할 수 있다.

[0060] S330에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 제3 좌표 값에 기초하여, 파노라마 영상에 누출 영상을 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다. S332에서, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 합성 영상을 저장하고, 저장된 합성 영상을 가스 누출 탐지 시스템(10)에 대한 사용자 입력에 기초하여 출력할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 가스 누출 탐지 시스템(10)은 저장된 합성 영상에 액세스하는 사용자 입력에 기초하여 저장된 합성 영상의 적어도 일부를 검색 및 검색된 합성 영상의 일부를 재생할 수 있다.

[0062] 도 4는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체 검출 여부를 식별하는 방법의 흐름도이다.

[0063] S410에서, 전자 장치(1000)는 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 영상들을 획득할 수 있다. 예를 들어, 제1 타입의 카메라는 EO 카메라를 포함하고, 제1 타입 영상들은 미리 설정된 프레임 간격을 가지는 가시광선 영상들일 수 있다. S420에서, 전자 장치(1000)는 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 영상들을 획득할 수 있다. 예를 들어, 제2 타입의 카메라는 OGI 카메라이고, 제2 타입 영상들은 미리 설정된 프레임 간격의 복수의 적외선 이미지들을 포함하는 적외선 영상일 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 연결되는 제1 타

입의 카메라 및 제2 타입의 카메라의 모니터링 대상 공간에 대한 화각, 이미지 획득 주기와 같은 촬영 파라미터는 서로 다르게 마련될 수 있다.

[0064] S430에서, 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들이 입력되면, 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델에 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체 검출 여부를 식별할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 객체 인식 모델은 가시 광선 영상들 및 적외선 영상들 각각으로부터 가스 객체, 연기 객체 또는 불꽃 객체 중 적어도 하나에 관한 표적 객체를 적어도 일부에 포함하는 객체 후보 영역을 출력하도록 미리 학습되는 인공지능 모델일 수 있다. 객체 인식 모델은 공지의 손실함수를 이용하여 손실(loss) 값 또는 코스트(cost) 값이 감소 또는 최소화되도록 복수의 가중치들이 수정 및 갱신되는 신경망 모델로 표적 객체를 포함하는 객체 후보 영역을 구성하는 픽셀의 이미지상 좌표 정보, 외곽선 정보, 객체 후보 영역의 바운더리를 나타내는 경계 정보, 인식된 표적 객체의 종류 정보를 출력할 수 있다.

[0065] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)의 영상 정보들에 대한 객체 인식 정확도는 70% 이상일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 후술하는 적어도 하나의 인공 지능 모델을 이용한 가스 누출의 인식 정확도는 99% 이상일 수 있으나, 역시 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 도 4에는 도시되지 않았지만, 전자 장치(1000)는 적어도 하나의 인공 지능 모델을 통해 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들에서 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하고, 식별된 표적 객체를 미리 설정된 해상도 및 영상 속도로 추적 및 모니터링할 수 있다.

[0066] 도 4에는 도시되지 않았지만, 일 실시 예에 따른 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들 중 적어도 하나로부터 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 표적 객체가 검출된 타입의 영상들로부터 표적 객체의 형상 정보를 추출할 수 있다. 전자 장치(1000)가 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 구체적인 방법은 후술하는 도 7 내지 도 9를 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.

[0068] 도 5는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 주파수 패턴에 따라 식별되는 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 과정을 나타내는 도면이다.

[0069] S510에서, 전자 장치(1000)는 객체 인식 모델의 출력 값에 기초하여, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체가 검출되지 않는 것으로 식별되는 경우, 제2 타입 영상들을 푸리에 변환함으로써 주파수 도메인상의 변환 영상 정보를 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 객체 인식 모델을 이용하여 1차적으로 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들로부터 표적 객체가 검출되지 않는 것으로 식별되는 경우, 적외선 영상들인 제2 타입 영상들을 이산 푸리에 변환(discrete Fourier transform, DFT)함으로써 주파수 도메인상의 변환 영상 정보를 생성할 수 있다. 도 5에는 도시되지 않았지만, 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 제2 타입 영상들을 전처리하고 전처리된 제2 타입 영상들을 푸리에 변환함으로써 주파수 도메인상의 변환 영상 정보들을 생성할 수도 있다.

[0070] S520에서, 전자 장치(1000)는 변환 영상 정보로부터 표적 객체 및 표적 객체 주변의 배경 간섭 물질 각각에 대한 스펙트럼 정보를 추출할 수 있다. 예를 들어, 변환 영상 정보는 주파수 도메인상에서 특정 파장 영역대에 기초하여 표적 객체를 나타내는 스펙트럼 정보를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 스펙트럼 정보는 주파수 별 크기(Magnitude) 및 위상(Phase) 정보를 포함할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 변환 영상 정보 내 표적 객체와 표적 객체 주변의 배경 간섭물질 각각에 대한 스펙트럼 정보를 추출할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 표적 객체 및 배경 간섭물질을 구분하지 않고, 변환 영상 정보로부터 주파수 별 크기 및 위상에 대한 스펙트럼 정보를 추출할 수 있다.

[0071] S530에서, 전자 장치(1000)는 추출된 스펙트럼 정보가 입력되면 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 출력하는 우도비 검정 모델에, 상기 추출된 스펙트럼 정보를 입력함으로써, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 표적 객체의 주파수 패턴을 분류하는 우도비 검정 모델을 미리 학습시키고, 학습된 우도비 검정 모델을 소정의 조건에서 변환 영상 정보에 적용함으로써 객체 인식 모델과 함께 표적 객체를 효과적으로 검출할 수 있다.

[0072] 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 객체 인식 모델로부터 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되지 않는 경우, 적외선 영상으로부터 나타나는 스펙트럼 정보의 주파수 패턴을 우도비 검정 모델을 이용하여 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 재 식별함으로써 표적 객체 검출 정확도를 향상시킬 수 있다. 도 5에는 도시되지 않았지만, 전자 장치(1000)는 우도비 검정 모델을 이용하여 재 식별 결과 표적 객체가

검출되는 것으로 식별되는 경우 우도비 검정 모델의 출력 값에 따라 표적 객체가 검출된 영상들에서 표적 객체 영역을 분리하기 위한 마스킹 데이터 생성과정을 수행하게 된다.

[0073] S540에서, 전자 장치(1000)는 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는 경우, 우도비 검정 모델의 출력 값에 기초하여 제2 타입 영상들로부터 표적 객체의 형상 정보를 추출할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 우도비 검정 모델의 출력 값에 기초하여 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 변환 영상 정보 내에서 식별되는 경우, 표적 객체가 검출된 것으로 결정하고, 제2 타입 영상들로부터 표적 객체의 형상에 관한 형상 정보를 추출하게 된다. 전자 장치(1000)가 형상 정보를 추출하는 방법은 후술하는 도 7 내지 9를 참조하여 설명하기로 한다.

[0075] 도 6은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 주파수 패턴에 따라 식별되는 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 과정을 나타내는 도면이다.

[0076] S610에서, 전자 장치(1000)는 우도비 검정 모델의 출력 값에 기초하여 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되지 않는 경우, 상기 추출된 스펙트럼 정보를, 상기 추출된 스펙트럼 정보가 입력되면 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 출력하는 서포트 벡터 머신 모델에 입력함으로써, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별할 수 있다.

[0077] 즉, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 객체 인식 모델을 이용한 결과 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들에서 표적 객체가 검출되지 않는 경우, 우도비 검정 모델 및 서포트 벡터 머신 모델을 이용하여 표적 객체가 검출되는지 여부를 재식별함으로써 표적 객체의 검출 정확도를 향상시킬 수 있다. 전자 장치(1000)는 서포트 벡터 머신 모델을 이용한 결과 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는 것으로 결정되는 경우, 서포트 벡터 머신 모델의 출력 값에 따라 표적 객체가 검출된 영상들에서 표적 객체 영역을 분리하기 위한 마스킹 데이터 생성과정을 수행하게 된다.

[0078] 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 변환 영상 정보로부터 추출된 스펙트럼 정보가 입력되면, 표적 객체의 주파수 패턴을 분류하는 서포트 벡터 머신 모델을 미리 학습시키고, 학습된 서포트 벡터 머신 모델을 소정의 조건에서 변환 영상 정보에 적용함으로써, 객체 인식 모델 및 우도비 검정 모델과 함께 표적 객체를 정확하게 검출할 수 있다.

[0079] S620에서, 전자 장치(1000)는 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는 경우, 상기 서포트 벡터 머신 모델의 출력 값에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출할 수 있다. 전자 장치(1000)가 형상 정보를 추출하는 방법은 후술하는 도 7 내지 9를 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다. 상술한 도 4 내지 도 6에서 상술한 바와 같이, 전자 장치(1000)는 객체 인식 모델, 우도비 검정 모델 또는 서포트 벡터 머신 모델 중 적어도 하나를 이용하여 적어도 하나의 타입의 영상들을 분석함으로써 표적 객체가 검출되는지 여부를 정확하게 식별할 수 있을 뿐만 아니라, 적외선 영상을 주파수 도메인 상의 변환 영상 정보로 생성하고, 변환 영상 정보에서 나타나는 소정의 주파수 별 주파수 패턴에 기초하여, 검출된 표적 객체의 종류(예컨대 메탄인지, 암모니아인지, 일반 연기인지, 불꽃 인지)를 함께 식별할 수 있다.

[0081] 도 7은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 구체적인 방법의 흐름도이다.

[0082] S710에서, 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상들을 전처리할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 도 3 내지 6에서 상술한 바와 같이, 객체 인식 모델과 변환 영상 정보에 대한 우도비 검정 모델 또는 서포트 벡터 머신 모델을 미리 설정된 조건에 따라 이용함으로써 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들 중 적어도 하나로부터 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하고, 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 표적 객체가 검출되는 타입의 영상들을 전처리(예컨대 이진화, 노멀라이즈, Augmentation 등)한다.

[0083] S720에서, 전자 장치(1000)는 기 설정된 표적 객체 정보에 기초하여 마스킹 데이터를 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 표적 객체에 대한 정보를 미리 저장할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 표적 객체에 대한 정보는 가스 객체, 연기 객체 또는 불꽃 객체들이 영상들 내 프레임 이미지들 사이에서 이동하는 정도에 관한 이동 평균 값들을 미리 저장할 수 있으며, 표적 객체에 대한 정보에 기초하여 마스킹 데이터를 생성할 수 있다.

[0084] 구체적으로 도 7에는 도시되지 않았지만, 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상들의 현재 프레임 이미지 이전의 프레임 이미지들에 대한 이동 평균 값을 결정하고, 결정된 이동 평균 값에 기초하여 마스킹 데이

터를 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상들의 현재 프레임 이전의 프레임 이미지들 세트에 대해 이동 평균값을 결정하고, 결정된 이동 평균값에 기초하여 배경 모델을 생성하며, 생성된 배경 모델을 현재 프레임 이미지에서 제거(예컨대 빼기)하기 위한 마스킹 데이터를 생성한다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치(1000)는 Running average background subtraction 기법을 이용하여 마스킹 데이터를 생성할 수 있다.

[0085] S730에서, 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상들에 마스킹 데이터를 적용함으로써 생성되는 표적 객체 영역들을, 전처리된 영상들로부터 분리할 수 있다. 전자 장치(1000)는 새로운 프레임 이미지들이 획득될 때마다 모든 프레임 이미지들의 이동 평균값을 지속적으로 수정 및 갱신하며, 수정 및 갱신된 이동 평균값에 기초하여 생성된 마스킹 데이터를 현재 프레임 이미지에 적용함으로써 표적 객체 영역들을 전처리된 영상들로부터 분리할 수 있다. S740에서, 전자 장치(1000)는 분리된 표적 객체 영역들로부터 표적 객체의 형상 정보를 추출한다. 전자 장치(1000)가 형상 정보를 추출하는 과정은 후술하는 도 8 내지 도 9를 더 참조하여 추가 설명하기로 한다.

[0087] 도 8은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체의 형상을 식별하고 이를 추적하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0088] 도 8을 참조하여 전자 장치(1000)가 형상 정보를 추출하는 방법을 더 구체적으로 설명하기로 한다. 그림 (810)을 참조하면, 전자 장치(1000)가 도 7에서 상술한 방법에 따라 표적 객체가 검출된 타입의 영상들을 구성하는 전체 프레임 이미지들 또는 현재 프레임 이미지들 이전의 모든 프레임 이미지들로부터 이동 평균 값(812)을 결정하고, 결정된 이동 평균 값(812)에 기초하여 결정된 마스킹 데이터를 현재 프레임 이미지(814)에 적용함으로써 현재 프레임 이미지로부터 표적 객체 영역(816)을 분리하는 과정이 도시된다.

[0089] 전자 장치(1000)는 분리된 표적 객체 영역 내 표적 객체에 관한 외곽선 정보를 식별하고, 외곽선 정보에 기초하여 상기 표적 객체의 중심점 정보를 식별할 수 있으며, 식별된 중심점 정보 및 상기 외곽선 정보에 기초하여 표적 객체 영역의 방향 벡터를 식별할 수 있다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상을 구성하는 프레임 이미지마다 상기 외곽선 정보, 중심점 정보 및 방향 벡터를 상기 표적 객체의 형상 정보로 추출할 수 있다.

[0090] 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상들 내 인접하는 프레임 이미지들에서 분리된 표적 객체의 형상 정보에 기초하여 모션 벡터를 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 그림 (820)에 도시된 바와 같이, 표적 객체가 검출된 타입 내 영상들로부터 결정되는 모션 벡터를 이용하여, 표적 객체가 검출된 타입의 영상들 내 표적 객체 영역들(822)을 모델링할 수 있다. 전자 장치(1000)는 그림 (830)에 도시된 바와 같이, 표적 객체를 모델링하는데 사용된 모션 벡터들의 합벡터를 식별할 수 있고, 상기 합벡터의 크기 및 방향에 기초하여 표적 객체가 생성된 위치에 관한 누출 원점 및 표적 객체의 흐름 방향과 속도에 관한 흐름 벡터를 결정할 수 있다.

[0092] 도 9는 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 방법의 흐름도이다.

[0093] S910에서, 전자 장치(1000)는 분리된 표적 객체 영역 내 표적 객체에 관한 외곽선 정보를 식별할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 마스킹 데이터를 적용함에 따라 분리된 표적 객체 영역을 구성하는 픽셀들의 좌표를 식별할 수 있고, 식별된 픽셀들의 좌표 값에 기초하여 최외곽 픽셀들의 좌표세트를 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 최외곽 픽셀들의 좌표세트에 기초하여 표적 객체에 관한 외곽선 정보를 식별할 수 있다.

[0094] S920에서, 전자 장치(1000)는 외곽선 정보에 기초하여 표적 객체의 중심점 정보를 식별할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 외곽선 정보에 기초하여 결정되는 표적 객체의 경계 내부의 픽셀 값들에 Mean Shift 알고리즘을 적용하거나, 기타 이동하는 표적 객체의 중심점을 찾기 위한 객체 추적 알고리즘을 적용함으로써 표적 객체의 중심점 정보를 식별할 수 있다. S930에서, 전자 장치(1000)는 중심점 정보 및 외곽선 정보에 기초하여 표적 객체 영역의 방향 벡터를 식별할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상들 내 각 프레임 이미지마다 표적 객체 영역을 분리하고, 분리된 표적 객체 영역으로부터 추출된 형상 정보들 중, 인접한 프레임 이미지들(예컨대 연속한 2개의 프레임 번호를 가지는 이미지들)에서 추출된 형상 정보들에 기초

하여 모션 벡터를 결정할 수 있다.

[0095] 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입 내 영상들 중, 인접한 프레임 번호를 가지는 프레임 이미지들 사이에서 결정되는 모션 벡터를 이용하여 표적 객체를 모델링할 수 있으며, 표적 객체를 모델링하는데 사용된 모션 벡터의 합벡터의 방향과 동일한 방향의 방향 벡터를 식별할 수 있다. S940에서, 전자 장치(1000)는 상술한 과정에서 결정된 외곽선 정보, 중심점 정보 및 방향 벡터를 표적 객체의 형상 정보로 추출할 수 있다.

[0097] 도 10은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 표적 객체의 누출 원점 및 흐름 벡터를 결정하는 구체적인 방법의 흐름도이다.

[0098] S1010에서, 전자 장치(1000)는 분리된 표적 객체 영역들의 형상 정보에 기초하여, 표적 객체가 검출된 타입의 영상들 내 인접하는 표적 객체 영역들 사이의 모션 벡터를 결정할 수 있다. 예를 들어, 도 9에서 상술한 바와 같이, 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상들 내 인접하는 프레임 이미지들(예컨대 연속하는 프레임 번호를 가지는 2개의 프레임 이미지들) 사이에서 각 이미지들의 분리된 표적 객체의 형상 정보에 기초하여 모션 벡터를 결정할 수 있다.

[0099] S1020에서, 전자 장치(1000)는 모션 벡터에 기초하여 분리된 표적 객체 영역들을 모델링할 수 있다. S1030에서, 전자 장치(1000)는 모델링된 표적 객체 영역들을 나타내는 모션 벡터들의 합벡터를 결정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 영상들로부터 상기 표적 객체에 관하여 나타나는 모션 벡터들에 대해 기하학적 벡터합을 수행함으로써 합벡터를 결정할 수 있다.

[0100] S1040에서, 전자 장치(1000)는 상기 결정된 합벡터의 크기 및 방향에 기초하여, 표적 객체가 검출된 영상들에서, 표적 객체가 생성된 위치에 관한 누출 원점 및 상기 표적 객체의 흐름 방향과 속도에 관한 흐름 벡터를 결정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 상기 합벡터의 시작점을 누출원점으로 결정하고, 상기 시작점으로부터 종점까지 상기 합벡터가 나타내는 방향을 흐름 벡터의 방향으로 결정할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 시작점으로부터 종점까지의 거리를 표적 객체의 속도의 크기를 흐름 벡터의 크기로 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 상술한 방법으로 결정된 크기 및 방향을 가지는 흐름 벡터를 결정할 수 있다.

[0102] 도 11은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 가스 누출의 탐지를 위한 합성 영상을 생성하는 방법의 흐름도이다.

[0103] S1110에서, 전자 장치(1000)는 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 영상들 및 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입의 영상들을 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 상기 제1 타입의 카메라 및 상기 제2 타입의 카메라는 각각 EO(Electro-Optical) 카메라 및 OGI(Optical Gas Imaging) 카메라를 포함하고, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들은 각각 가시광선 영상들 및 적외선 영상들을 포함할 수 있다. S1110은 도 4의 S410 내지 S420에 대응될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0104] S1120에서, 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들 중 적어도 하나로부터 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 상기 검출된 표적 객체에 관한 제1 타입 영상들 및 상기 검출된 표적 객체에 관한 상기 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들을 합성함으로써 누출 영상을 생성할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들 중 표적 객체가 검출된 하나의 타입의 영상들을 누출 영상으로 생성할 수도 있다.

[0105] S1130에서, 전자 장치(1000)는 누출 영상의 미리 획득된 파노라마 영상에 대한 좌표에 기초하여 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 모델링된 표적 객체의 모션 벡터들의 합벡터에 기초하여 누출원점을 결정하고, 결정된 누출 원점에 대한 레이저 측정값 및 카메라 설치셋의 팬틸트 정보에 기초하여 상기 누출 원점의 파노라마 영상에 대한 좌표를 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 상기 좌표 값에 기초하여 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다.

[0107] 도 12는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 생성한 누출 영상 및 상기 누출 영상을 파노라마 영상에 합성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0108] 전자 장치(1000)는 모니터링 대상 공간을 촬영함으로써 적어도 하나의 EO 카메라 및 적어도 하나의 OGI 카메라와 연결될 수 있다. 전자 장치(1000)는 그림 (910)에 도시된 바와 같이, 획득된 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들을 합성함으로써 누출 영상을 생성할 수 있다. 예를 들어, 누출 영상(910)은 모니터링 대상 공간에 대한 영상으로 검출된 표적 객체(예컨대 가스 객체, 연기 객체 또는 불꽃 객체) 영역(914) 및 배경 영역(912)을 포함할 수 있다.

[0109] 전자 장치(1000)는 그림 (930)에 도시된 바와 같이, 누출 영상의 파노라마 영상에 대한 좌표(932)를 결정하고, 결정된 좌표 값에 기초하여 누출 영상(936)을 파노라마 영상(934)에 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다. 전자 장치(1000)는 생성된 합성 영상을 직접 출력하거나, 전자 장치(1000)와 연결된 관제 단말 또는 관제 서버로 전송함으로써 모니터링 대상 공간을 관리하는 관제자가 표적 객체 검출 용이하게 인식하도록 할 수 있다.

[0110] 도 13은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 누출 영상을 생성하는 방법의 흐름도이다.

[0111] S1310에서, 전자 장치(1000)는 검출된 표적 객체에 관한 제1 타입 영상들 및 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들을 식별할 수 있다. 그러나 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들 중, 표적 객체가 검출된 하나의 타입의 영상들을 누출 영상으로 생성할 수도 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 객체 인식 모델, 우도비 검정 모델 또는 서포트 벡터 머신 모델 중 적어도 하나를 소정의 조건에 따라 이용함으로써 표적 객체를 검출하고, 표적 객체가 검출된 영상의 타입을 결정할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 영상의 타입에 대응되는 동일한 물리적 공간을 촬영함으로써 획득되는 다른 타입의 영상들을 식별할 수 있다.

[0112] S1320에서, 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들 및 상기 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들을 기하학적으로 매칭할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들(예컨대 일반 카메라 영상들) 및 상기 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들(OGI 영상들)을 호모그래피 매칭 기법 또는 H matrix correspondence method 기법 중 적어도 하나에 기초하여 기하학적으로 매칭할 수 있다. 그러나 또 다른 실시예에 따르면 전자 장치(1000)는 일반 템플릿 매칭 방식을 이용하여 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들을 기하학적으로 매칭할 수도 있다.

[0113] S1330에서, 전자 장치(1000)는 기하학적으로 매칭된 제1 타입 영상들 및 상기 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들의 매칭 에러를 보정함으로써 누출 영상을 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 두 대응되는 타입의 영상들 사이에 투시 변환(Perspective transform)을 수행하기 위한 투시 변환 행렬을 이용하여 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들을 기하학적으로 매칭한 후, 호모그래피 함수를 이용한 호모그래피 매칭 과정에서 잘못 매칭된 매칭 에러를 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 후술하는 도 14에서와 같이, 각 타입의 영상들에서 특징점들을 추출한 후, 추출된 특징점들을 기준으로 매칭 에러를 보정함으로써 누출 영상을 생성할 수 있다.

[0115] 도 14는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 누출 영상을 생성하는 구체적인 방법의 흐름도이다.

[0116] S1410에서, 전자 장치(1000)는 객체 인식 모델, 우도비 검정 모델 또는 서포트 벡터 머신 모델 중 적어도 하나에 기초하여 표적 객체가 검출되는 경우, 검출된 표적 객체에 관한 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들로부터 특징점을 추출할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 SIFT, SURF 또는 ORB 와 같은 특징점 추출 기법을 이용하여 검출된 표적 객체에 관한 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들 각각으로부터 특징점을 추출할 수 있다.

[0117] S1420에서, 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들에서 추출된 특징점들에 매칭되는 제2 타입 영상들의 특징점을 식별할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 Brute Force 매칭 기법, 평균 해시 매칭, 템플릿 매칭 기법과 같은 다양한 특징점 매칭 기법에 기초하여 제1 타입 영상들에서 추출된 특징점들에 매칭되는 제2 타입 영상들의 특징점들을 식별할 수 있다. S1430에서, 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들에서 추출된 특징점들 및 상기 제2 타입 영상들에서 추출된 특징점들 사이의 평균 변위 값에 기초하여, 제1 타입 영상들 및 상기 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들의 매칭 위치를 변경함으로써 매칭 에러를 보정할 수 있다.

[0118] 예를 들어, 전자 장치(1000)는 제1 타입 영상들에서 추출된 특징점들의 좌표 값과 이에 매칭되는 제2 타입 영상

들에서 추출된 특징점들의 좌표 값의 차이에 기초하여 변위값을 결정할 수 있고, 각 타입의 영상들에서 추출된 특징점들의 평균 변위 값을 식별할 수 있다. 전자 장치(1000)는 평균 변위 값에 기초하여, 기하학적으로 매칭된 제1 타입의 영상들 및 제2 타입의 영상들의 매칭 위치를 변경함으로써 매칭 에러를 보정한다. S1440에서, 전자 장치(1000)는 변경된 매칭 위치에 따라 기하학적으로 매칭된 상태의 제1 타입 영상들 및 제2 타입 영상들을 누출 영상으로 생성할 수 있다.

[0120] 도 15는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 합성 영상을 생성하는 방법의 흐름도이다.

[0121] S1510에서, 전자 장치(1000)는 상기 제1 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들 중 적어도 하나로부터 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 상기 표적 객체가 검출된 타입의 영상들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출할 수 있다. 전자 장치(1000)가 표적 객체의 형상 정보를 추출하는 과정은 도 7 내지 도 9에서 상술한 과정에 대응될 수 있다.

[0122] S1520에서, 전자 장치(1000)는 형상 정보에 기초하여 생성된 누출 영상의 미리 획득된 파노라마 영상에 대한 좌표를 결정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 모니터링 대상 공간에 대한 파노라마 영상을 미리 저장할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 적어도 하나의 EO 카메라로부터 획득되는 가시광선 영상들을 이용하여 하나의 파노라마 영상으로 변환하고, 변환된 파노라마 영상을 미리 저장할 수 있다.

[0123] 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상들 내 인접하는 프레임 이미지들에서 추출된 형상 정보에 기초하여 모션 벡터를 결정하며, 결정된 모션 벡터에 기초하여 합벡터를 결정하고, 합벡터의 크기 및 방향에 기초하여 누출 원점 및 흐름 벡터를 결정하며, 결정된 누출 원점 및 흐름 벡터에 기초하여 누출 영상의 파노라마 영상에 대한 좌표를 결정한다. S1530에서, 전자 장치(1000)는 상기 결정된 좌표에 기초하여 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 누출 영상을 파노라마 영상에 중첩하여 표시함과 함께, 표적 객체의 종류, 표적 객체가 발생한 누출 원점에 대한 위치 정보를 더 중첩하여 표시할 수도 있다.

[0125] 도 16은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 파노라마 영상에 대한 누출 영상의 좌표를 결정하는 방법의 흐름도이다.

[0126] S1610에서, 전자 장치(1000)는 분리된 표적 객체 영역들의 형상 정보에 기초하여, 표적 객체가 생성된 위치에 관한 누출 원점 및 표적 객체의 흐름 방향과 속도에 관한 흐름 벡터를 결정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출된 타입의 영상들 내 인접하는 프레임 이미지들에서 추출된 형상 정보에 기초하여 모션 벡터를 결정하며, 모션 벡터들에 기초하여 표적 객체를 모델링하고, 상기 표적 객체를 모델링하는데 사용된 모션 벡터들의 합벡터의 크기 및 방향에 기초하여 누출 원점 및 상기 흐름 벡터를 결정할 수 있다.

[0127] S1620에서, 전자 장치(1000)는 누출 원점 및 흐름 벡터에 기초하여 누출 영상의 파노라마 영상에 대한 좌표를 결정할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 상기 합벡터의 시작점을 누출원점으로 결정하고, 상기 시작점으로부터 종점까지 상기 합벡터가 나타내는 방향을 흐름 벡터의 방향으로 결정할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 시작점으로부터 종점까지의 거리를 표적 객체의 속도의 크기를 흐름 벡터의 크기로 결정할 수 있다.

[0128] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 상기 합벡터에 따라 결정되는 누출 원점 및 흐름 벡터가 나타내는 방향에 기초하여, 레이저 측정기로부터, 상기 누출 원점에 대응되는 물리적 공간으로부터 반사되는 레이저 측정값을 획득하고, 획득된 레이저 측정값에 기초하여 물리적 공간 까지의 거리를 식별할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 상기 누출 원점에 대한 카메라 설치셋의 팬틸트 정보를 획득할 수 있다. 전자 장치(1000)는 누출 원점, 흐름 벡터, 표적 객체가 발생한 물리적 공간 까지의 거리 및 팬틸트 정보에 기초하여 구면 좌표계에서의 제1 좌표 값을 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 제1 좌표 값을 직교 좌표계의 제2 좌표 값으로 변환하고, 표적 객체가 검출된 영상들을 전송한 타입의 카메라에 대해 미리 설정되는 렌즈 왜곡 값을 제2 좌표 값에 반영함으로써 제3 좌표 값을 획득할 수 있다. 전자 장치(1000)는 상술한 방법에 따라 결정된 제3 좌표 값을 누출 영상의 파노라마 영상에 대한 좌표로 결정할 수 있다.

[0130] 도 17은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 레이저 측정 값 및 카메라의 팬틸트 정보에 기초하여 누출 원점에 대한 좌표 변환하는 과정을 나타내는 도면이다.

[0131] S1710에서, 전자 장치(1000)는 누출 원점 및 흐름 벡터를 획득할 수 있다. S1710에서, 전자 장치(1000)가 표적 객체를 모델링하는데 사용된 모션 벡터에 기초하여 누출 원점 및 흐름 벡터를 결정하는 과정은 도 16에서 상술한 과정에 대응될 수 있으므로 생략하기로 한다. S1720에서, 전자 장치(1000)는 누출 원점 및 흐름 벡터의 방향에 따른 제어 신호를 레이저 거리 측정기로 송신할 수 있다. S1730에서, 전자 장치(1000)는 레이저 측정기로부터 상기 누출 원점에 대응되는 물리적 공간의 한 지점으로부터 반사되는 레이저 측정값을 획득할 수 있다.

[0132] S1740에서, 전자 장치(1000)는 상기 누출 원점에 대한 카메라 설치셋의 카메라 팬틸트 정보를 획득할 수 있다. S1750에서, 전자 장치(1000)는 상기 누출 원점, 흐름 벡터, 표적 객체가 발생한 물리적 공간까지의 거리 및 팬틸트 정보에 기초하여 구면 좌표계에서의 제1 좌표 값을 결정할 수 있다. S1760에서, 전자 장치(1000)는 상기 결정된 제1 좌표 값을 직교 좌표계에서의 제2 좌표 값으로 변환할 수 있다. S1770에서, 전자 장치(1000)는 제1 타입의 카메라 또는 제2 타입의 카메라 중 표적 객체가 검출된 영상들을 전송한 타입의 카메라에 대해 미리 설정되는 렌즈 왜곡 값을 제2 좌표 값에 반영함으로써 제2 좌표 값을 제3 좌표 값으로 변경할 수 있다. 전자 장치(1000)는 상기 결정된 제3 좌표 값에 기초하여 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다.

[0134] 도 18은 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출 탐지 시스템의 동작 과정을 나타내는 도면이다.

[0135] 도 18을 참조하면, 가스 누출 탐지 시스템(10)이 상술한 도 11 내지 16에 기재된 방법에 따라 전자 장치가 생성한 합성 영상을 이용하는 과정이 도시된다. 그러나 또 다른 실시 예에 의하면, 도 18에 기재된 각 동작들은 가스 누출 탐지 시스템(10)뿐만 아니라, 전자 장치(1000)에 의해서도 수행될 수 있음은 물론이다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 S330에서 도 11 내지 16에 상술한 방법에 따라 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다.

[0136] S332에서, 전자 장치(1000)는 합성 영상을 저장 및 전송할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 제한된 데이터 내에서 효율적 설계를 위해 RDBMS(331) (Relative Database Management System)구조에 따라 영상 데이터들을 관리할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 저장된 영상 데이터를 검색하기 위한 전자 장치(1000)에 대한 사용자 입력에 기초하여, 소정의 영상들을 출력할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 DB SELECT를 이용하여 키워드 일부 및 단어 조합에 기초하여 소정의 저장된 영상 데이터를 출력할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 RDBMS의 효율적 탐색을 위해 SQL을 기반으로 시스템을 구성하고, 고성능화와 사용자 경험 최적화를 위해 다중 조건 내에서 조건을 제한 문자열을 배열하는 구조를 SELECT문으로 기본 설계할 수 있다.

[0137] S334에서, 전자 장치(1000)는 객체 인식 모델, 우도비 검정 모델 또는 서포트 벡터 머신 모델 중 적어도 하나를 이용함으로써 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 검출된 표적 객체의 형상 정보에 기초하여 누출 원점 및 표적 객체의 종류를 결정하고, 누출 원점 및 표적 객체의 종류에 대한 정보를 포함 경보 및 알림 컨텐츠를 생성할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 경보 장치들을 동작시키기 위한 소정의 제어 신호를 함께 생성할 수 있다.

[0138] S336에서, 전자 장치(1000)는 경보 장치를 제어하기 위한 제어 신호를 경보 장치로 전송함으로써 경광등의 동작을 제어함으로써 발광을 시키거나, 스피커 장치를 제어함으로써 소정의 음향 신호가 출력되도록 할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 작업 현장에 설치된 관제 단말을 통하여 소정의 경보 장치를 제어할 수도 있음은 물론이다.

[0139] S338에서, 전자 장치(1000)는 S334에서 생성된 컨텐츠를 출력할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 S334에서 생성된 컨텐츠를 전자 장치의 디스플레이 상에 출력할 수도 있지만, 전자 장치(1000)와 연결된 관제 단말의 디스플레이 또는 관제 서버를 통하여 연결되는 상황실 시스템의 디스플레이 장치로 컨텐츠를 전송할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 전송하는 컨텐츠들은 RDBMS(331)에 실시간으로 저장될 수 있으며, 전자 장치(1000), 관제 단말, 또는 상황실 시스템에 대한 관제자의 사용자 입력에 기초하여 호출됨으로써, 소정의 디스플레이 상에 출력될 수도 있다.

[0140] S340에서, 전자 장치(1000)는 카메라 설치셋(342), 레이저 거리 측정기(344), EO 및 OGI 카메라(346)를 제어하

기 위한 제어 신호를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 전자 장치, 관제 단말 또는 상황실 시스템에 대한 관제자의 사용자 입력에 기초하여 카메라 설치셋(342), 레이저 거리 측정기(344), EO 및 OGI 카메라(346)를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하고, 모니터링 대상 공간 내 특정 지점을 구체적으로 모니터링되도록 할 수 있다.

[0142] 도 19는 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 인공지능 모델을 이용하여 가스 누출을 탐지하는 방법의 흐름도이다.

[0143] S1910에서, 전자 장치(1000)는 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습 영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 학습 영상들을 획득할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 전자 장치와 연결된 외부 디바이스로부터 표적 객체를 포함하는 가시광선 영상들 및 적외선 영상들을 제1 타입 학습 영상들 및 제2 타입 학습 영상들로 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 타입 학습 영상들은 및 제2 타입 학습 영상들은 가시광선 영상들 및 적외선 영상들일 수 있다.

[0144] S1920에서, 전자 장치(1000)는 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 상기 제1 타입 학습 영상들 중 미리 설정된 비율에 따라 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 제2 타입 학습 영상들 중 미리 설정된 비율에 따라 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성할 수 있다.

[0145] S1930에서, 전자 장치(1000)는 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습시킬 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 제1 타입 학습 영상들에 기초하여, 제1 타입 영상들이 입력되면 제1 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 제1 객체 인식 모델을 학습시키고, 제2 타입 학습 영상들에 기초하여, 제2 타입 영상들이 입력되면 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 제2 객체 인식 모델을 학습 시킨 후, 제1 객체 인식 모델 및 제2 객체 인식 모델을 이용하여 하나의 객체 인식 모델을 생성할 수도 있다.

[0146] S1940에서, 전자 장치(1000)는 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별할 수 있다. 도 19에 도시되지 않았지만, 전자 장치(1000)는 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 표적 객체가 검출된 타입의 영상들로부터 표적 객체의 형상 정보를 추출하게 된다.

[0148] 도 20은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 객체 인식 모델을 학습시키고, 학습된 객체 인식 모델을 활용하는 과정을 나타내는 도면이다.

[0149] S2002에서 전자 장치(1000)는 인공지능 모델 학습을 위한 영상 데이터를 획득하고, 획득된 영상 데이터를 분석할 수 있다. S2004에서, 전자 장치(1000)는 획득된 영상 데이터를 전처리할 수 있다. S2006에서, 전자 장치(1000)는 획득된 영상 데이터 중에서 미리 설정된 비율에 따라 일부를 학습 데이터로 나머지 일부를 검증 데이터로 분리할 수 있다.

[0150] S2008에서, 전자 장치(1000)는 표적 객체 인식을 위해 사용될 인공지능 알고리즘 및 모델을 결정할 수 있다. S2010에서, 전자 장치(1000)는 결정된 알고리즘 및 모델 사항에 따라, 상기 영상 데이터 중 일부의 영상 데이터인 학습 데이터에 기초하여 인공지능 모델을 학습시킬 수 있다. S2012에서, 전자 장치(1000)는 검증 데이터에 기초하여 학습된 인공지능 모델의 성능을 검증할 수 있다. S2014에서, 전자 장치(1000)는 인공지능 모델의 성능을 검증한 결과, 인공지능 모델의 성능이 소정의 조건을 만족하지 못하는 것으로 결정되는 경우, 인공지능 모델의 파라미터를 파인 튜닝할 수 있다. 그러나, S2016에서, 전자 장치(1000)는 인공지능 모델의 성능을 검증한 결과, 인공 지능 모델의 성능이 소정의 조건을 만족하는 것으로 결정되는 경우, 해당 인공지능 모델의 파라미터를 추출할 수 있다.

[0151] S2018에서, 전자 장치(1000)는 인공지능 모델의 파라미터를 파인 튜닝한 결과에 기초하여, 인공지능 알고리즘 및 모델을 변경할 필요가 있는지 여부를 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 인공지능 알고리즘 및 모델을 변경

할 필요가 있는 경우, 새로운 인공지능 알고리즘 및 모델을 선정하게 되며, 인공지능 알고리즘 및 모델을 변경할 필요가 없는 경우, 해당 알고리즘 및 모델을 다시 학습시키고, 학습된 모델의 성능 만족 여부를 평가할 수 있다.

[0152] S2020에서, 전자 장치(1000)는 표적 객체 인식을 위한 입력 영상을 획득하고, 획득된 입력 영상을 전처리할 수 있다. S2022에서, 전자 장치(1000)는 S2016에서 결정된 인공지능 모델의 파라미터에 기초하여 실제 활용 인공지능 모델의 파라미터를 수정 및 갱신함으로써 인공지능 모델을 학습시킬 수 있다. S2024에서, 전자 장치(1000)는 학습된 인공 지능 모델에, 전처리된 입력 영상을 입력한 결과에 기초하여 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하고, 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 해당 표적 객체에 대한 정보를 저장 및 반환할 수 있다.

[0154] 도 21은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 우도비 검정 모델 및 서포트 벡터 모신 모델을 학습과정을 나타내는 흐름도이다.

[0155] S2110에서, 전자 장치(1000)는 제2 타입 학습 영상들 또는 상기 제2 타입 학습 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 학습 정보에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 정보가 입력되면, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 우도비 검정 모델을 학습시킬 수 있다.

[0156] S2120에서, 전자 장치(1000)는 제2 타입 학습 영상들 또는 상기 제2 타입 학습 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 학습 정보에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 정보가 입력되면, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 서포트 벡터 머신 모델을 학습시킬 수 있다. 전자 장치(1000)가 우도비 검정 모델 및 서포트 벡터 모신 모델을 학습하는 구체적인 과정은 후술하는 도 22를 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.

[0158] 도 22은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 우도비 검정 모델 및 서포트 벡터 모신 모델을 학습하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0159] S2202에서, 전자 장치(1000)는 우도비 검정 모델 학습을 위한 주파수 데이터를 획득하고, 획득된 주파수 데이터를 분석한다. 일 실시 예에 의하면, 주파수 데이터는 제2 타입 학습 영상들을 주파수 도메인으로 변환함으로써 생성되는 영상 데이터일 수 있다. S2204에서, 전자 장치(1000)는 주파수 데이터를 전처리할 수 있다. S2206에서, 전자 장치(1000)는 전처리된 주파수 데이터 중 일부를 학습 데이터, 나머지 일부를 검증 데이터로 설정할 수 있다.

[0160] S2208에서, 전자 장치(1000)는 표적 객체에 따른 주파수 패턴을 분류하기 위한 알고리즘을 선정할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 전자 장치(1000)는 적외선 영상으로부터 획득된 스펙트럼 정보를 분류하기 위한 알고리즘으로 우도비 검정 알고리즘을 사용할 수 있다. S2210에서, 전자 장치(1000)는 학습 데이터에 기초하여 선정된 알고리즘 및 상기 알고리즘에 따른 모델을 학습시킬 수 있다.

[0161] S2212에서, 전자 장치(1000)는 학습된 모델의 성능이 소정의 목표치를 만족하는지 여부를 검증할 수 있다. S2214에서, 전자 장치(1000)는 학습된 모델의 성능이 소정의 목표치를 만족하지 않는 것으로 식별되는 경우, 해당 모델에 대한 파인 튜닝(Fine Tunning)을 수행할 수 있다. S2216에서, 전자 장치(1000)는 S2212에서 학습된 모델의 성능이 소정의 목표치를 만족하는 것으로 식별되는 경우, 학습된 모델의 파라미터를 추출할 수 있다.

[0162] S2218에서, 전자 장치(1000)는 학습된 모델에 입력하기 위해, 표적 객체 검출 대상이 되는 적외선 영상을 획득하고, 획득된 적외선 영상을 푸리에 변환함으로써 획득되는 주파수 데이터에 대해 전처리를 수행할 수 있다. S2220에서, 전자 장치(1000)는 전처리된 주파수 데이터 또는 상기 주파수 데이터에서 획득되는 스펙트럼 정보를 학습된 인공지능 학습 모델(예컨대 우도비 검정 모델)에 입력함으로써 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는지 여부를 확인할 수 있다.

[0163] 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 표적 객체에 따른 주파수 패턴을 검출하기 위해 또 다른 패턴 분류 알고리즘 및 이에 기초하여 학습되는 모델을 더 이용할 수도 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 서포트 벡터 머신 모델을 학습시키고, 학습된 서포트 벡터 머신 모델을 소정의 조건에서 우도비 검정 모델과 함께 이용함으로써 표적 객체에 따른 주파수 패턴을 정확하게 추출할 수 있다. S2230 내지 S2250에 도시된 동작은 S2202

내지 S2220에 대응될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0165] 도 23은 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 복수의 소프트웨어 모듈을 이용하여 가스 누출을 탐지하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0166] 도 12에 도시된 각 모듈은 가스 누출 탐지를 위해 전자 장치(1000)의 프로세서에 의해 실행될 수 있는, 메모리 내 저장된 하나 이상의 인스트럭션 집합일 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 AI 가스 영상 및 연기 탐지 모듈(2320), 원점 탐지 모듈(2330), 시각화 모듈(2340), 경보 및 제어 모듈(2350)로 구분되는 하나 이상의 인스트럭션을 메모리에 저장하고, 저장된 인스트럭션들을 실행함으로써 모니터링 대상 공간에 대한 표적 객체를 탐지할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, S2322 내지 S2328에서 전자 장치가 이용하는 S/W들은 AI 가스 영상 및 연기 탐지 모듈(2320)에 포함될 수 있다.

[0167] 예를 들어, S2322에서, 전자 장치(1000)는 EO 카메라(2314), OGI 카메라(2312) 및 레이저 측정기(2316)를 포함하는 카메라 설치셋(2310)으로부터 가시광선 영상들(예컨대 EO 영상들) 및 적외선 영상들(예컨대 OGI 영상들)을 획득할 수 있다. S2323에서, 전자 장치(1000)는 객체 인식 기술 S/W를 실행함으로써, 표적 객체가 가시광선 영상들 및 적외선 영상들로부터 1차적으로 검출되지 않는 것으로 식별되는 경우, 적외선 영상 주파수 변환 S/W를 실행함으로써 시공간 도메인에 따른 적외선 영상 정보를 주파수 도메인의 변환 영상 정보로 변환할 수 있다. 전자 장치(1000)는 주파수 도메인의 변환 영상 정보에서 스펙트럼을 추출할 수 있다.

[0168] S2324에서, 전자 장치(1000)는 우도비 검정모델 및 SVM 모델 학습을 위한 S/W를 실행함으로써 표적 객체에 따른 주파수 패턴을 식별하기 위한 우도비 검정 모델 및 SVM 모델을 학습시킬 수 있다. S2325에서, 전자 장치(1000)는 주파수별 패턴 분석 S/W를 실행함으로써 우도비 검정 모델 또는 SVM 모델 중 적어도 하나를 이용하여 적외선 영상 내 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별할 수 있다.

[0169] S2326에서, 전자 장치(1000)는 객체 인식 기술 S/W를 실행함으로써 표적 객체가 인식되거나 적외선 영상으로부터 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는 경우, 연기/배경 분리 S/W를 실행함으로써 표적 객체 영역을 분리할 수 있다. S2327에서, 전자 장치(1000)는 연기 형상 검출 S/W를 실행함으로써 마스킹 데이터를 이용하여, 표적 객체가 검출된 타입의 영상들에서 표적 객체 영역을 분리하고, 분리된 표적 객체 영역들의 형상 정보를 추출할 수 있다. S2328에서, 전자 장치(1000)는 연기 원점/흐름 검출 S/W를 실행함으로써, 표적 객체가 검출된 타입의 영상들 내 인접한 프레임 이미지 각각에서 추출된 형상 정보에 기초하여, 분리된 표적 객체 영역들에 대한 모션 벡터를 결정하고, 결정된 모션 벡터들의 합벡터에 기초하여 누출 원점 및 흐름 벡터를 결정할 수 있다.

[0170] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 이용하는 원점 탐지 모듈(2330)은 거리 구면 좌표 인식 S/W 및 위치 정보 변환 S/W를 포함할 수 있다. 예를 들어, S2329에서, 거리 구면 좌표 인식 S/W를 실행함으로써, 누출 원점에 대응되는 표적 객체가 발생한 물리적 공간까지의 거리를 획득하고, 획득된 누출 원점에 대한 카메라의 팬틸트 정보를 획득하며, 상기 누출 원점, 흐름 벡터, 표적 객체가 발생한 물리적 공간까지의 거리 및 팬틸트 정보에 기초하여 구면 좌표계에서의 좌표를 결정할 수 있다. S2330에서, 전자 장치(1000)는 위치 정보 변환 S/W를 실행함으로써 상기 결정된 구면 좌표계에서의 좌표를 직교 좌표계 또는 카메라의 왜곡 정보 보정에 따른 좌표값으로 변환할 수 있다.

[0171] S2340에서, 전자 장치(1000)는 영상 합성 S/W를 실행함으로써 S2330에서 결정된 좌표 값에 기초하여, 누출 영상을 파노라마 영상에 대해 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 시각화 모듈(2340)은 영상 합성 S/W를 포함할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면 경보/제어 모듈(2350)은 환경 설정 S/W, 제어 기능 S/W, 저장 기능 S/W, 검색 기능 S/W, 경보 기능 S/W를 포함할 수 있다.

[0172] S2352에서, 전자 장치(1000)는 환경 설정 S/W를 실행함으로써 모니터링 대상 공간에 대한 카메라 설치셋(2310)의 동작 환경을 조정할 수 있다. S2354에서, 전자 장치(1000)는 제어 기능 S/W를 실행함으로써 카메라 설치셋(2310)내 카메라 장치 및 레이저 측정기의 동작을 세부적으로 제어할 수 있다. S2356에서, 전자 장치(1000)는 저장기능 S/W를 실행함으로써 S2340에서 획득된 합성 영상을 메모리에 저장할 수 있다. S2357에서, 전자 장치(1000)는 검색 기능 S/W를 실행함으로써 저장된 합성 영상에 접근하려는 사용자 입력에 기초하여 소정의 영상을 검색하고 출력하는 기능을 수행할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 시간 별, 카메라별, 위치별로 EO 영상 및 OGI 영상들을 저장해놓고, 시간 별 검색 조건에 따른 소정의 영상들을 검색할 수 있을 뿐만 아니라, 표적 객체 탐지에 따른 이벤트 기록을 저장하고, 이벤트 별 기록들을 사용자 요청에 의해 출력할 수도 있다.

[0173] S2358에서, 전자 장치(1000)는 경보기능 S/W를 실행함으로써 영상 내 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우 소정의 경보 컨텐츠 및 제어 신호를 생성하고, 생성된 경보 컨텐츠를 출력부(2360)의 영상 디스플레이에 전송하거나, 생성된 제어 신호를 출력부(2360)의 경광등으로 전송함으로써 발광 동작을 수행하도록 제어할 수 있다.

[0175] 도 24는 또 다른 실시 예에 따라, 측정 장치, 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버, 경보/제어 서버 및 관제 장치가 서로 연동함으로써 가스 누출을 탐지하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0176] 일 실시 예에 의하면 도 1 내지 23에 상술한 가스 누출 탐지 과정들은 가스 누출 탐지 시스템(10) 또는 전자 장치(1000)에 의해서 수행될 수 있다. 일 실시 예에 의하면 가스 누출 탐지 시스템(10)은 측정 장치(2410), 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420), 경보 및 제어 서버(2340) 및 관제 장치(2440)를 포함할 수 있다. 도 24를 참조하여 측정 장치(2410), 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420), 경보 및 제어 서버(2340) 및 관제 장치(2440)가 서로 연동함으로써 가스 누출을 탐지하는 과정을 설명하기로 한다.

[0177] S2402에서, 측정 장치(2410)는 영상 정보 및 레이저 측정 값을 획득할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 측정 장치(2410)는 영상 정보를 먼저 획득하고, 경보 및 제어 서버(2340)의 제어에 의해, 누출 원점이 탐지되면, 해당 누출 원점에 대한 레이저 측정 값을 추후에 획득할 수도 있다. S2404에서, 측정 장치(2410)는 영상 정보 및 레이저 측정 값을 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420)로 전송할 수 있다.

[0178] S2406에서, 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420)는 영상 정보 및 레이저 측정 값을 경보 및 제어 서버(2430)로 전달할 수 있다. 그러나, 상술한 과정은 수행되지 않을 수 있으며, 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420)는 영상 정보 및 레이저 측정 값을 자체 서버 장치 내에서만 분석할 수도 있다. S2408에서, 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420)는 적어도 하나의 인공지능 모델을 이용하여 획득된 영상 정보 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별할 수 있다.

[0179] S2410에서, 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420)는 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 해당 표적 객체의 형상 정보에 기초하여 누출 원점 및 흐름 벡터를 결정할 수 있다. S2412에서, 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420)는 누출 원점 및 흐름 벡터에 기초하여 거리 구면 좌표를 결정하고, 결정된 거리 구면 좌표를 변환함으로써 누출 영상의 파노라마 영상에 대한 좌표를 결정할 수 있다. S2414에서, 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420)는 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다.

[0180] S2416에서, 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420)는 이벤트 탐지 결과, 영상 정보, 레이저 측정값, 합성 영상 및 인공지능 모델의 분석 결과를 경보 및 제어 서버(2430)로 전달할 수 있다. S2418에서, 경보 및 제어 서버(2431)는 이벤트 탐지 결과, 영상 정보, 레이저 측정 값, 합성 영상, 인공 지능 모델의 분석 결과를 관제 장치(2440)로 전달할 수 있다. S2420에서, 관제 장치(2420)는 관제 디스플레이를 통해 합성 영상을 포함한 관제 영상을 표시하고, 소정의 경고 컨텐츠를 생성하며, 생성된 경고 컨텐츠를 관제 영상과 함께 중첩하여 표시할 수 있다.

[0181] S2422에서, 관제 장치(2440)는 카메라 제어 신호, 레이저 측정기 제어 신호를 측정 장치(2410)로 전달할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 관제 장치(2440)는 복수 타입의 카메라들로 제어 신호를 전송함으로써, 복수 타입 영상들 사이의 전환 기능을 수행할 수도 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 관제 장치(2440)는 제어 신호를 경보 및 제어 서버(2430)를 통해 측정 장치(2410)로 전달할 수도 있다. 예를 들어, S2424에서, 관제 장치(2440)는 관제 장치(2440)에 대한 관제자의 사용자 입력에 기초하여 제어 신호를 생성하고, 생성된 제어 신호를 경보 및 제어 서버(2430)로 전달할 수 있다. S2426에서, 측정 장치(2410)는 제어 신호에 따라 동작 및 새로운 정보를 획득할 수 있다.

[0183] 도 25는 또 다른 실시 예에 따라, 전자 장치, 경보 장치 및 서버가 서로 연동함으로써 가스 누출을 탐지하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0184] 본 개시의 또 다른 실시 예에 의하면 가스 누출 탐지 시스템(10)은 전자 장치(1000), 경보 장치(2520) 및 서버(2000)를 포함할 수도 있다. 도 25에 도시된 과정들은 가스 누출 탐지 시스템(10)에 의해 수행될 수도 있으나, 전자 장치(1000)에 의해서도 수행될 수 있음은 물론이다.

[0185] S2502에서, 전자 장치(10000)는 영상 정보, 레이저 측정 값을 획득할 수 있다. S2504에서, 전자 장치(1000)는

획득된 영상 정보, 레이저 측정 값을 서버(2000)로 전달할 수 있다. S2506에서, 전자 장치(1000)는 인공지능 모델을 이용하여 영상 정보 내 표적 객체가 탐지되는지 및 표적 객체의 종류를 분석할 수 있다. S2508에서, 전자 장치(1000)는 인공지능 모델을 이용한 객체 탐지 결과를 서버(2000)로 전송할 수 있다. 도 25에는 도시되지 않았지만, 서버(2000)는 전자 장치(1000)에서 전송된 영상 정보, 레이저 측정 값, 객체 탐지 결과를 실시간으로 관제 장치의 디스플레이로 출력할 수 있다.

[0186] S2510에서, 전자 장치(1000)는 인공지능 모델을 이용하여 영상 정보 내 표적 객체가 탐지되는지 여부에 기초하여 소정의 경고 이벤트가 발생하였는지 여부를 결정할 수 있다. S2512에서, 전자 장치(1000)는 이벤트가 탐지되는 경우 경보 정보를 경보 장치(2520)로 전송할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 S2514에서, 경보 정보 및 탐지 결과를 서버(2000)로 전송할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, S2516에서, 서버(2000)는 전자 장치(1000)와 별도의 경보 정보를 경보 장치(2520)로 더 전송함으로써, 복수 루트로 경보 장치의 동작 신뢰를 확보할 수 있다.

[0187] S2518에서, 전자 장치(1000)는 객체 탐지시 누출 원점 및 좌표 정보를 결정할 수 있다. S2520에서, 전자 장치(1000)는 표적 객체에 관한 누출 영상을 생성하고, 생성된 누출 영상을 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다. S2524에서, 서버(2000)는 합성 영상 정보 및 탐지 결과를 출력할 수 있다. S2526에서, 서버(2000)는 경보 장치 내 다양한 구성 장치들을 제어하기 위한 제어 신호를 경보 장치(2520)로 전송할 수 있다. S2528에서, 서버(2000)는 카메라 설치셋 내 구성 장치들을 제어하기 위한 제어 신호를 전자 장치(1000)로 전송할 수 있다.

[0189] 도 26은 일 실시 예에 따른 전자 장치의 블록도이다.

[0190] 도 27은 또 다른 실시 예에 따른 전자 장치의 블록도이다.

[0191] 도 26에 도시된 바와 같이, 일 실시 예에 따른 전자 장치(1000)는 프로세서(1300), 네트워크 인터페이스(1500) 및 메모리(1700)를 포함할 수 있다. 그러나, 도시된 구성 요소가 모두 필수구성요소인 것은 아니다. 도시된 구성 요소보다 많은 구성 요소에 의해 전자 장치(1000)가 구현될 수도 있고, 그 보다 적은 구성 요소에 의해서도 전자 장치(1000)는 구현될 수도 있다.

[0192] 예를 들어, 도 27에 도시된 바와 같이, 전자 장치(1000)는 프로세서(1300), 네트워크 인터페이스(1500) 및 메모리(1700)외에, 사용자 입력 인터페이스(1100), 출력부(1200), 센싱부(1400), 네트워크 인터페이스(1500), A/V 입력부(1600) 및 메모리(1700)를 더 포함할 수도 있다.

[0193] 사용자 입력 인터페이스(1100)는, 사용자가 전자 장치(1000)를 제어하기 위한 데이터를 입력하는 수단을 의미한다. 예를 들어, 사용자 입력 인터페이스(1100)에는 키 패드(key pad), 돔 스위치 (dome switch), 터치 패드(접촉식 정전 용량 방식, 압력식 저항막 방식, 적외선 감지 방식, 표면 초음파 전도 방식, 적분식 장력 측정 방식, 피에조 효과 방식 등), 조그 휠, 조그 스위치 등이 있을 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0194] 사용자 입력 인터페이스(1100)는, 카메라 설치셋을 제어하거나, 영상 내 특정 영역을 확대 또는 축소하기 위한 사용자 입력을 수신할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면 사용자 입력 인터페이스(1100)는 저장된 합성 영상 중 특정 시간 및 장소에 대한 영상에 접근하기 위한 사용자 입력을 획득할 수도 있음은 물론이다. 출력부(1200)는, 오디오 신호 또는 비디오 신호 또는 진동 신호를 출력할 수 있으며, 출력부(1200)는 디스플레이부(1210), 음향 출력부(1220), 및 진동 모터(1230)를 포함할 수 있다.

[0195] 디스플레이부(1210)는 전자 장치(1000)에서 처리되는 정보를 표시 출력하기 위한 화면을 포함한다. 또한, 화면은 카메라 설치셋에서 획득된 복수 타입 영상들, 누출 영상, 파노라마 영상 및 합성 영상을 디스플레이 할 수 있다. 예를 들면, 화면의 적어도 일부는 모니터링 대상 공간에 대한 합성 영상, 상기 합성 영상에서 나타나는 표적 객체를 세밀하게 모니터링하기 위해, 카메라 설치셋등을 제어하기 위한 사용자 인터페이스 등을 함께 출력할 수 있다.

[0196] 음향 출력부(1220)는 네트워크 인터페이스(1500)로부터 수신되거나 메모리(1700)에 저장된 오디오 데이터를 출력한다. 또한, 음향 출력부(1220)는 전자 장치(1000)에서 수행되는 기능(예를 들어, 호신호 수신음, 메시지 수신음, 알림음)과 관련된 음향 신호를 출력한다.

[0197] 프로세서(1300)는 통상적으로 전자 장치(1000)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(1300)는, 메모리(1700)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 사용자 입력 인터페이스(1100), 출력부(1200), 센싱부(1400), 네트워크 인터페이스(1500), A/V 입력부(1600) 등을 전반적으로 제어할 수 있다. 또한, 프로세서(1300)는 메모

리(1700)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 도 1 내지 도 25에 기재된 전자 장치(1000)의 기능을 수행할 수 있다.

[0198] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 영상들을 획득하고, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 영상들을 획득하고, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델에, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체 검출 여부를 식별할 수 있다.

[0199] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 영상들 및 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입의 영상들을 획득하고, 상기 제1 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들 중 적어도 하나로부터 표적 객체가 검출되는 것으로 식별되는 경우, 상기 검출된 표적 객체에 관한 제1 타입 영상들 및 상기 검출된 표적 객체에 관한 상기 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들을 합성함으로써 누출 영상을 생성하고, 상기 생성된 누출 영상의 미리 획득된 파노라마 영상에 대한 좌표에 기초하여, 상기 누출 영상을 상기 파노라마 영상에 합성함으로써 합성 영상을 생성할 수 있다.

[0200] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습 영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 학습 영상들을 획득하고, 상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성하고, 상기 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습시키고, 상기 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별할 수 있다.

[0201] 또한, 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써 표적 객체가 검출되는 경우, 표적 객체가 발생한 누출 원점, 상기 누출 원점에 대한 물리적 공간상의 위치 정보, 상기 표적 객체의 종류 중 적어도 하나에 관한 정보를 합성 영상과 함께 화면상에 출력할 수도 있다.

[0202] 센싱부(1400)는, 전자 장치(1000)의 상태 또는 전자 장치(1000) 주변의 상태를 감지하고, 감지된 정보를 프로세서(1300)로 전달할 수 있다. 센싱부(1400)는 전자 장치(1000)의 사양 정보, 모니터링 대상 공간에 대한 온도, 습도, 기압 정보 등을 센싱할 수 있다.

[0203] 예를 들어, 센싱부(1400)는, 지자기 센서(Magnetic sensor)(1410), 가속도 센서(Acceleration sensor)(1420), 온/습도 센서(1430), 적외선 센서(1440), 자이로스코프 센서(1450), 위치 센서(예컨대, GPS)(1460), 기압 센서(1470), 근접 센서(1480), 및 RGB 센서(illuminance sensor)(1490) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 각 센서들의 기능은 그 명칭으로부터 당업자가 직관적으로 추론할 수 있으므로, 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0204] 네트워크 인터페이스(1500)는 전자 장치(1000)가 다른 장치(미도시) 및 서버(2000)와 통신을 하게 하는 하나 이상의 구성요소를 포함할 수 있다. 다른 장치(미도시)는 전자 장치(1000)와 같은 컴퓨팅 장치이거나, 센싱 장치일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 네트워크 인터페이스(1500)는, 무선 통신 인터페이스 (1510), 유선 통신 인터페이스 (1520), 이동 통신부(1530)를 포함할 수 있다. 무선 통신 인터페이스(1510)는 근거리 통신부(short-range wireless communication unit), 블루투스 통신부, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신부, 근거리 무선 통신부(Near Field Communication unit), WLAN(와이파이) 통신부, 지그비(Zigbee) 통신부, 적외선(IrDA, infrared Data Association) 통신부, WFD(Wi-Fi Direct) 통신부, UWB(ultra wideband) 통신부 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0205] 유선 통신 인터페이스(1520)는 유선 통신을 통해 전자 장치와 연결된 외부 디바이스와 데이터를 주고받기 위한 적어도 하나의 유선 인터페이스를 포함할 수 있다. 이동 통신부(1520)는, 이동 통신망 상에서 기지국, 외부의

단말, 서버 중 적어도 하나와 무선 신호를 송수신한다. 여기에서, 무선 신호는, 음성 호 신호, 화상 통화 호 신호 또는 문자/멀티미디어 메시지 송수신에 따른 다양한 형태의 데이터를 포함할 수 있다.

[0206] A/V(Audio/Video) 입력부(1600)는 오디오 신호 또는 비디오 신호 입력을 위한 것으로, 이에는 카메라(1610)와 마이크로폰(1620) 등이 포함될 수 있다. 카메라(1610)는 화상 통화모드 또는 촬영 모드에서 이미지 센서를 통해 정지영상 또는 동영상 등의 화상 프레임을 얻을 수 있다. 이미지 센서를 통해 캡쳐된 이미지는 프로세서(1300) 또는 별도의 이미지 처리부(미도시)를 통해 처리될 수 있다. 일 실시 예에 의하면 카메라 모듈(1610)은 전면부에 소정의 필터가 부착됨으로써 적외선 영상을 통해 가스 또는 연기를 시각화하는 OGI 카메라 및 가시광선 영상을 획득하는 EO 카메라를 포함할 수 있다.

[0207] 마이크로폰(1620)은, 외부의 음향 신호를 입력 받아 전기적인 음성 데이터로 처리한다. 예를 들어, 마이크로폰(1620)은 외부 디바이스 또는 사용자로부터 음향 신호를 수신할 수 있다. 마이크로폰(1620)은 사용자의 음성 입력을 수신할 수 있다. 마이크로폰(1620)은 외부의 음향 신호를 입력 받는 과정에서 발생 되는 잡음(noise)을 제거하기 위한 다양한 잡음 제거 알고리즘을 이용할 수 있다.

[0208] 메모리(1700)는, 프로세서(1300)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 전자 장치(1000)로 입력되거나 전자 장치(1000)로부터 출력되는 데이터를 저장할 수도 있다. 또한, 메모리(1700)는 전자 장치(1000)가 이용하는 적어도 하나의 인공지능 모델, 전자 장치가 획득한 모니터링 대상 공간에 대한 영상 정보, 레이저 측정값, 합성 영상, 누출 영상, 인공지능 모델의 분석 결과에 대한 정보를 저장할 수 있다.

[0209] 또한, 메모리(1700)는 전자 장치(1000)가 이용하는 적어도 하나의 신경망 모델에 대한 정보를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(1700)는 적어도 하나의 신경망 모델 내 레이어들, 노드들, 상기 레이어들의 연결 강도에 관한 가중치 값들을 저장할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 신경망 모델을 학습하기 위해 전자 장치(1000)가 생성한 학습 데이터를 더 저장할 수도 있다. 또한, 메모리(1700)는 전자 장치와 연결된 카메라들 또는 서버의 동작 환경에 대한 정보들을 더 저장할 수도 있다.

[0210] 메모리(1700)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(RAM, Random Access Memory) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.

[0211] 메모리(1700)에 저장된 프로그램들은 그 기능에 따라 복수 개의 모듈들로 분류할 수 있는데, 예를 들어, UI 모듈(1710), 터치 스크린 모듈(1720), 알림 모듈(1730) 등으로 분류될 수 있다.

[0212] UI 모듈(1710)은, 가스 누출 탐지를 위한 애플리케이션 별로 전자 장치(1000)와 연동되는 특화된 UI, GUI 등을 제공할 수 있다. 터치 스크린 모듈(1720)은 사용자의 터치 스크린 상의 터치 제스처를 감지하고, 터치 제스처에 관한 정보를 프로세서(1300)로 전달할 수 있다. 일부 실시예에 따른 터치 스크린 모듈(1720)은 터치 코드를 인식하고 분석할 수 있다. 터치 스크린 모듈(1720)은 컨트롤러를 포함하는 별도의 하드웨어로 구성될 수도 있다.

[0213] 알림 모듈(1730)은 전자 장치(1000)의 이벤트 발생을 알리기 위한 신호를 발생할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)가 가스 누출에 따른 표적 객체가 검출되었음을 식별하고, 이에 따른 경고 컨텐츠를 출력할 수 있다. 일 실시 예에 따른 이벤트의 예로는 호 신호 수신, 메시지 수신, 키 신호 입력, 일정 알림 등이 있다. 알림 모듈(1730)은 디스플레이부(1210)를 통해 비디오 신호 형태로 알림 신호를 출력할 수도 있고, 음향 출력부(1220)를 통해 오디오 신호 형태로 알림 신호를 출력할 수도 있고, 진동 모터(1230)를 통해 진동 신호 형태로 알림 신호를 출력할 수도 있다.

[0215] 도 28은 또 다른 실시 예에 따른 가스 누출 탐지 시스템의 장치 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[0216] 일 실시 예에 의하면, 가스 누출 탐지 시스템(10)은 카메라 설치셋(2810), 카메라셋(2820) 및 관제 단말기(2830)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 카메라 설치셋(2810)은 카메라 하우징(2812), 팬틸트 (2814), 엘리베이션 폴대(2816)를 포함할 수 있다. 가스 누출 탐지 시스템(10)은 카메라 설치셋(2810)에 대한 제어 신호를 전송함으로써, 원격으로 카메라의 팬틸트 값을 변경하거나, 폴대의 엘리베이션 값을 변경함으로써, 원하는 모니터링 대상 공간에 대한 영상 정보 및 레이저 측정값을 획득할 수 있다.

[0217] 일 실시 예에 의하면, 엘리베이션 폴대(2816)는 미리 설정된 높이 값(예컨대 20m)이상 연장될 수 있으며, 팬틸

트(2814)는 Pan 360도, tilt는 -30도 내지 30도까지 제어될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 일 실시 예에 의하면 카메라 하우징(2812)은 30KG 이상의 무게를 지지하도록 마련될 수 있으며, 본 개시에 따른 관제 단말과 연결되는 경보 장치의 경보음은 90Db/1m 이상의 성능 조건을 만족하도록 마련될 수 있다. 일 실시 예에 의하면 카메라 하우징(2812) 내부에는 카메라 셋(2820)이 마련될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 카메라 셋(2820)은 OGI 가스 이미징 카메라(2822), 레이저 측정기(2824) 및 EO 카메라(2826)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 카메라(2820)의 구성들은 모두 카메라 설치셋(2810)으로 포함될 수 있음은 물론이다. 관제 단말기(2830)는 복수의 컴퓨터 조립체 서버(2832) 장치와 컴퓨터 조립체 전용 모니터(2834) 장치를 포함할 수 있다.

[0219] 도 29는 일 실시 예에 따른 서버의 블록도이다.

[0220] 일 실시 예에 의하면, 서버(2000)는 네트워크 인터페이스(2100), 데이터 베이스(2200) 및 프로세서(2300)를 포함할 수 있다. 도 29에 도시된 서버(2000)의 구성은 도 24에 도시된 인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버(2420), 경보 및 제어 서버(2430)에 대응될 수 있으며, 도 1의 관제 서버(140)의 구성에 대응될 수 있다.

[0221] 네트워크 인터페이스(2100)는 상술한 전자 장치(1000)의 네트워크 인터페이스(미도시)에 대응될 수 있다. 예를 들어, 네트워크 인터페이스(2100)는 전자 장치(1000)로부터 복수 타입의 영상 정보, 인공지능 모델의 분석 결과, 누출 원점, 흐름 벡터, 누출 영상, 합성 영상에 대한 정보를 획득할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 네트워크 인터페이스(2100)는 전자 장치가 학습된 인공지능 모델에 대한 정보, 또는 신경망 모델에 대한 정보(예컨대 레이어들 및 레이어들 사이의 연결 강도에 관한 가중치 값)를 수신할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 네트워크 인터페이스(2100)는 서버가 학습시킨 인공지능 모델에 대한 정보로, 인공 신경망의 레이어들 및 레이어들에 포함된 노드에 관한 정보 또는 신경망 내 레이어들의 연결 강도에 관한 가중치 값들을 전자 장치(1000)로 전송할 수도 있다.

[0222] 또한, 일 실시 예에 의하면 데이터 베이스(2200)는 도 26 내지 도 27에서 상술한 메모리에 대응될 수 있다. 예를 들어, 데이터 베이스(2200)는 전자 장치(1000)로부터 획득되는 영상 정보들, 레이저 측정 값, 인공지능 모델의 분석 결과, 합성 영상, 인공지능 모델 자체에 대한 정보 등을 저장할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 데이터 베이스(2200)는 키워드 일부와 단어 조합만으로 데이터 베이스 정보 조회가 가능하도록 설계되며, 날짜, 시간 및 카메라 위치 별 소정의 영상 데이터가 검색 및 조회가 가능하도록 설계될 수 있다.

[0223] 또한, 일 실시 예에 의하면 데이터 베이스(2200)는 일반 영상과 표적 객체 검출에 따른 이벤트 발생 시 해당 표적 객체에 관한 영상에 대한 정보를 제공할 수 있으며, 효율적인 용량 관리를 위해 별도의 동영상 저장 포맷을 이용하여 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 데이터 베이스(2200)는 기존 저장되어 있는 영상 데이터와 이벤트 발생 여부 데이터를 join을 이용해 새로운 테이블로 관리할 수 있고, 데이터 무결성 등 데이터 베이스 설계 원칙을 지키기 위해 테이블 접근 시 view 형식으로 접근 및 원본 테이블 접근을 제한할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면 데이터 베이스(2200)는 유지/보수가 용이하게 코드를 procedure 형식으로 관리할 수 있으며, 데이터 베이스 조회 시 최적화를 위해 explain 명령어에 기초하여 데이터를 처리할 수 있으며, 데이터 삭제 내역 관리를 위한 트리거를 적용할 수 있다.

[0225] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(2300)는 서버(2000)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(2300)는 네트워크 인터페이스(2100) 및 데이터 베이스(2200)를 제어함으로써, 도 1 내지 28에서 기재된 전자 장치(1000) 또는 가스 누출 탐지 시스템(10)이 수행하는 동작의 전부 또는 적어도 일부를 함께 수행할 수 있다.

[0227] 도 30은 일 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 제공하는 사용자 인터페이스 화면을 나타내는 도면이다.

[0228] 도 30을 참조하면 전자 장치가 제공하는 사용자 인터페이스 화면의 일 예가 도시된다. 도 30에 도시된 사용자 인터페이스 화면은 전자 장치(1000)뿐만 아니라, 관제 단말 또는 전자 장치와 연결된 관제 서버에 의해 통제되는 상황실 시스템의 디스플레이 상에 출력될 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 카메라 설치셋 내 복수 타입의 카메라 및 레이저 측정기의 동작을 제어하기 위한 컨트롤 인터페이스(3004), 전자 장치(1000)가 처리하는 영상 정보들을 저장, 관리 및 호출하기 위한 영상 제어 인터페이스(3002)를 출력할 수 있다. 전자 장치(1000)는 영상 제어 인터페이스(3002)를 통해 획득되는 관제자의 사용자 입력에 기초하여 특정 영상에

액세스하거나, 액세스된 특정 영상을 화면상에 출력할 수 있다.

[0229] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 컨트롤 인터페이스(3004)를 선택하는 사용자 입력에 기초하여, 확대 인터페이스(3006), 포커스 인터페이스(3008) 및 센서 인터페이스(3010)를 화면상에 추가적으로 제공할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 확대 인터페이스(3006)에 대한 사용자 입력에 기초하여, 모니터링 대상 공간 내 특정 영역에 대한 확대 영상을 획득할 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 포커스 인터페이스(3008)에 대한 사용자 입력에 기초하여 미리 지정된 영역에 대한 초점을 자동으로 매칭시키는 포커싱 기능을 수행할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 모니터링 대상 공간 내 특정 영역에 대하여 미리 오토 포커싱 영역을 설정해둘 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 센터 인터페이스(3010)에 대한 사용자 입력에 기초하여, 모니터링 대상 공간 내 위치하는 센서의 동작 환경(셔터 주기, 정보 획득 주기 등)을 변경할 수 있다.

[0231] 도 31은 또 다른 실시 예에 따른 인공지능 기반 가스 누출을 탐지하는 전자 장치가 제공하는 사용자 인터페이스 화면을 나타내는 도면이다.

[0232] 도 31을 참조하면 전자 장치가 제공하는 사용자 인터페이스 화면의 일 예가 도시된다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(10000)는 영상 정보들을 저장, 관리 및 호출하기 위한 영상 제어 인터페이스(3002)를 제공할 수 있고, 상기 제공된 영상 제어 인터페이스(3002)는 비디오 인터페이스(3102)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 비디오 인터페이스(3102)를 선택하는 사용자 입력에 기초하여 이미지 인터페이스(3104), 인핸스먼트 인터페이스(3106), 자동 조절 인터페이스(3108) 및 설정한 조건들을 저장하기 위한 설정 저장 인터페이스(3110)를 출력할 수 있다.

[0233] 일 실시 예에 의하면, 이미지 인터페이스(3104)는 현재 표시되는 영상 내 디지털 줌을 통한 영상 확대, 영상의 밝기 값 조절, 명암 값 조절을 위한 사용자 인터페이스를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 인핸스먼트 인터페이스(3106)는 영상 내 소음 제거, 노이즈 제거와 같은 비디오 데이터의 품질 향상을 위한 편집 인터페이스들을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 자동 조절 인터페이스(3108)는 비디오 클립을 편집하기 위한 인터페이스를 포함할 수 있고, 설정 저장 인터페이스(3110)는 비디오 인터페이스(3102)를 통해 변경된 값들을 저장하기 위한 기능을 제공할 수 있다.

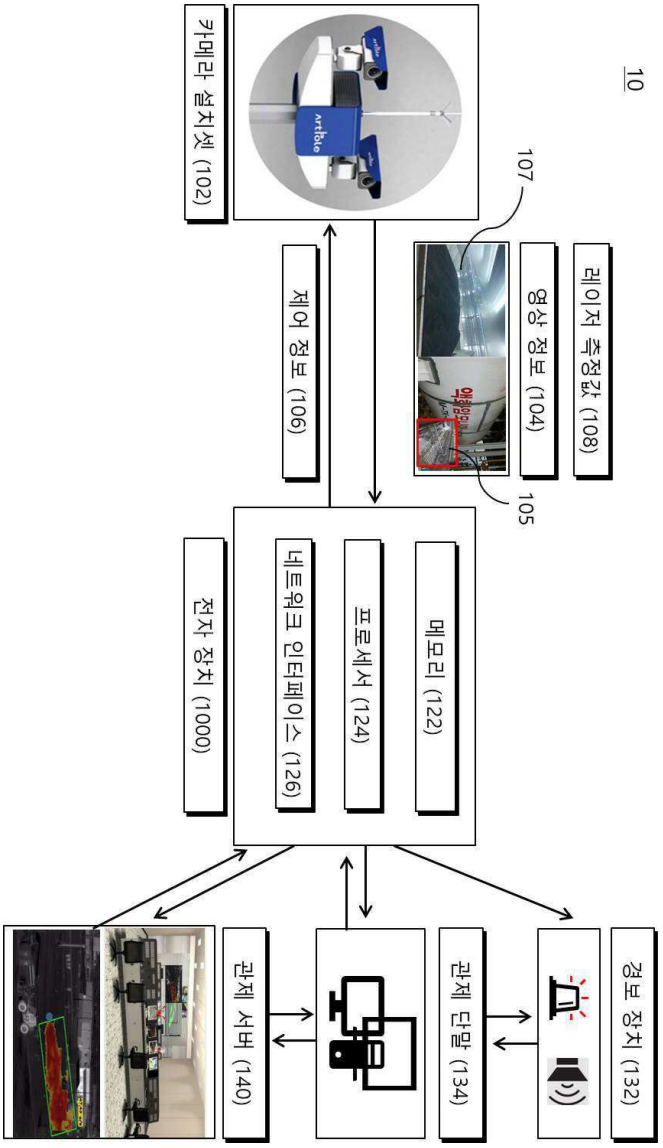
[0235] 본 개시에 따른 가스 누출 탐지 방법, 가스 누출 탐지를 위한 합성 영상 생성 방법 및 표적 객체의 형상을 식별하는 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0236] 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

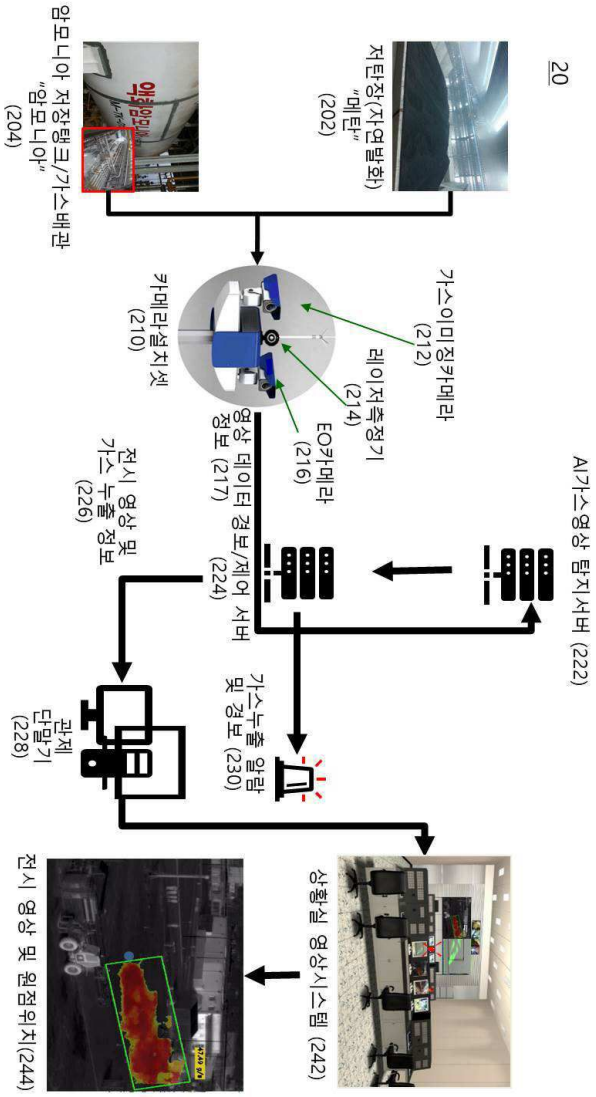
[0237] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

도면

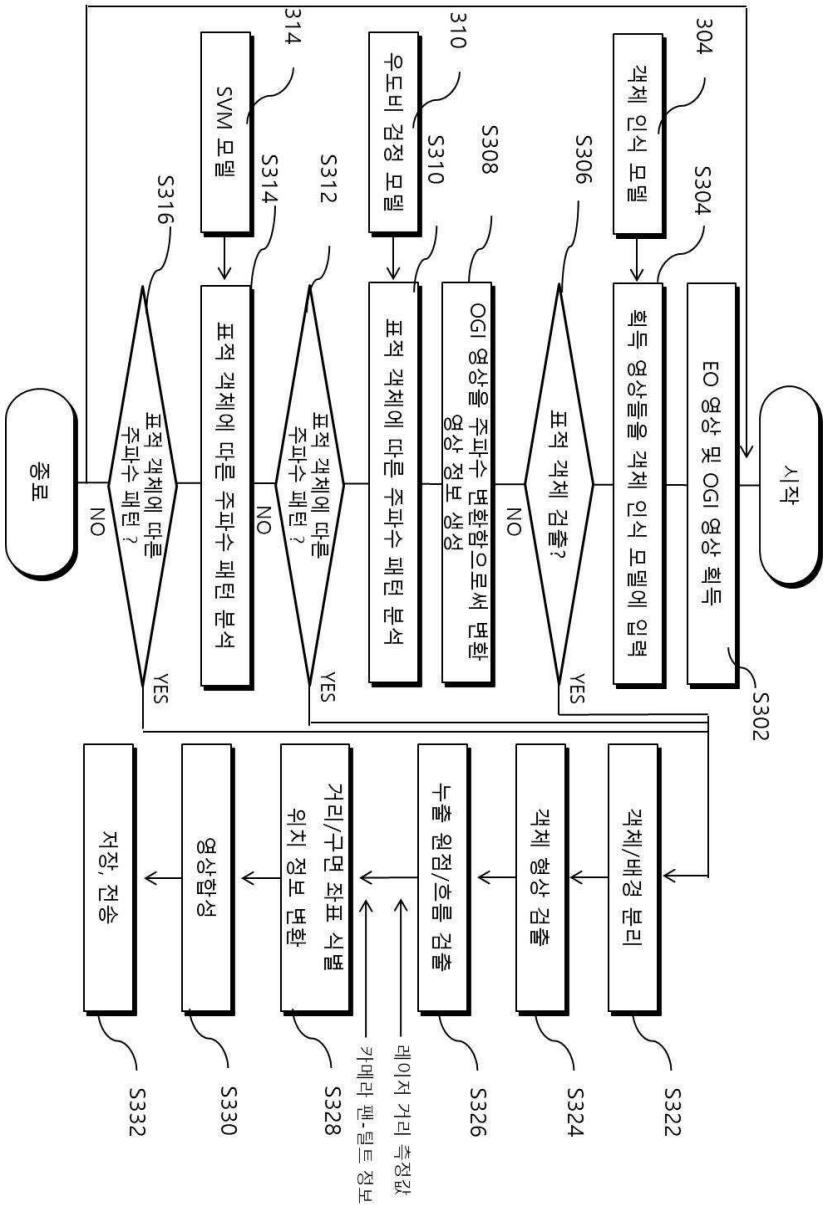
도면1


10
레이저 측정값 (108)
영상 정보 (104)
107
105
카메라 설치셋 (102)
제어 정보 (106)
메모리 (122)
프로세서 (124)
네트워크 인터페이스 (126)
전자 장치 (1000)
경보 장치 (132)
관제 단말 (134)
관제 서버 (140)

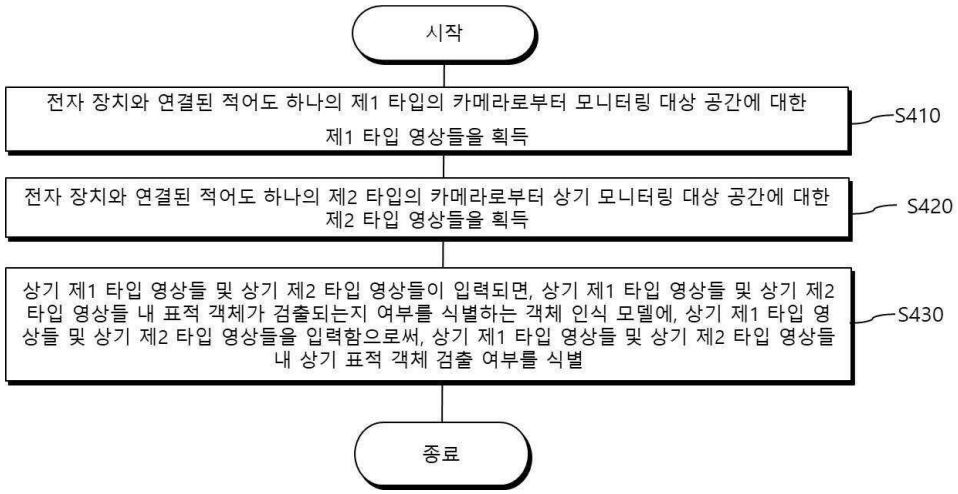
도면2


20
저탄장(자연발화) "메탄" (202)
가스이미징카메라 (212)
레이저측정기 (214)
EO카메라 (216)
AI가스영상 탐지서버 (222)
암모니아 저장탱크/가스배관 "암모니아" (204)
카메라설치셋 (210)
영상 데이터 경보/제어 서버 (224)
가스누출 알람 및 경보 (230)
전시 영상 및 가스 누출 정보 (226)
관제 단말기 (228)
상황실 영상시스템 (242)
전시 영상 및 원점위치(244)

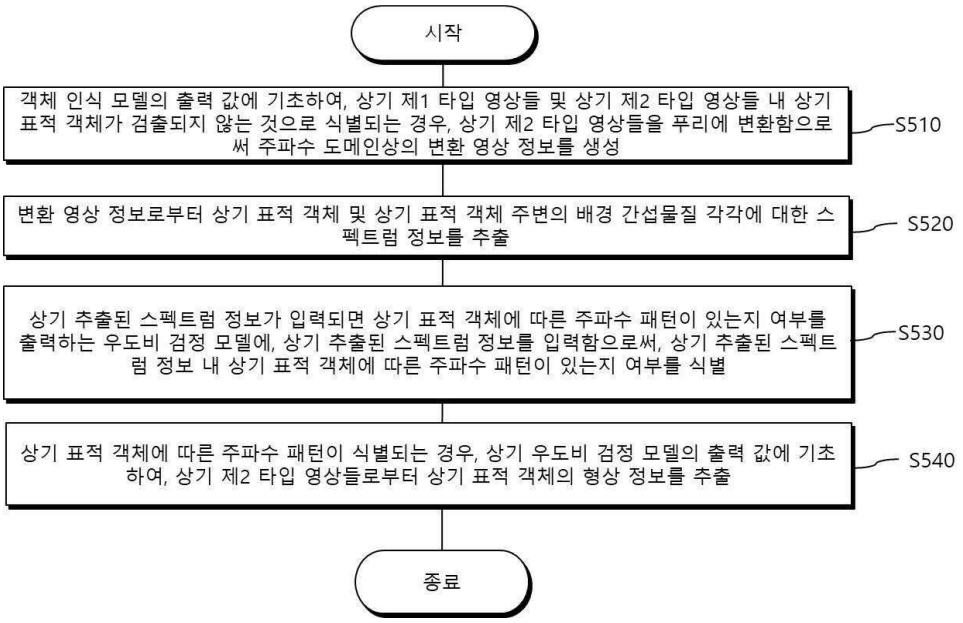
도면3


시작
EO 영상 및 OGI 영상 획득
S302
획득 영상들을 객체 인식 모델에 입력
S304
304
객체 인식 모델
표적 객체 검출?
S306
YES
NO
OGI 영상을 주파수 변환함으로써 변환 영상 정보 생성
S308
표적 객체에 따른 주파수 패턴 분석
S310
310
우도비 검정 모델
표적 객체에 따른 주파수 패턴?
S312
YES
NO
표적 객체에 따른 주파수 패턴 분석
S314
314
SVM 모델
표적 객체에 따른 주파수 패턴?
S316
YES
NO
종료
객체/배경 분리
S322
객체 형상 검출
S324
누출 원점/흐름 검출
S326
레이저 거리 측정값
카메라 팬-틸트 정보
거리/구면 좌표 식별 위치 정보 변환
S328
영상합성
S330
저장, 전송
S332

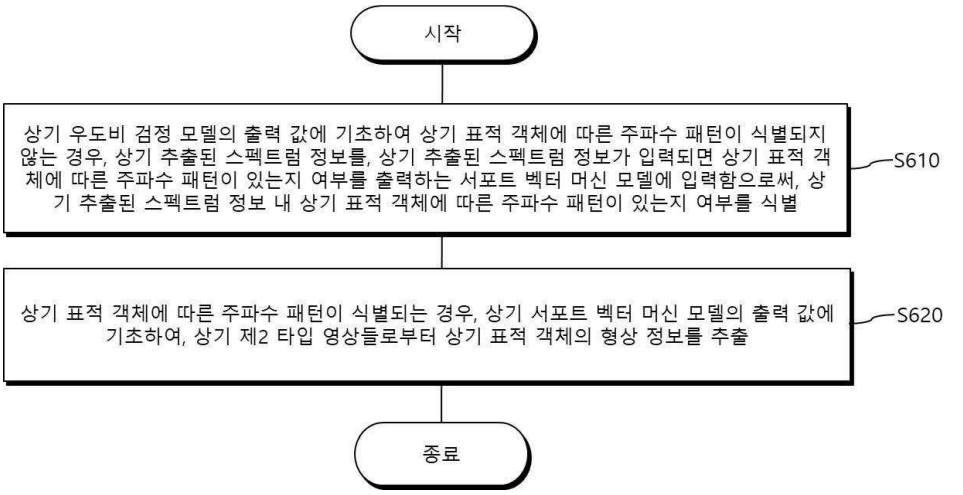
도면4


시작
전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 영상들을 획득
S410
전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 영상들을 획득
S420
상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델에, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체 검출 여부를 식별
S430
종료

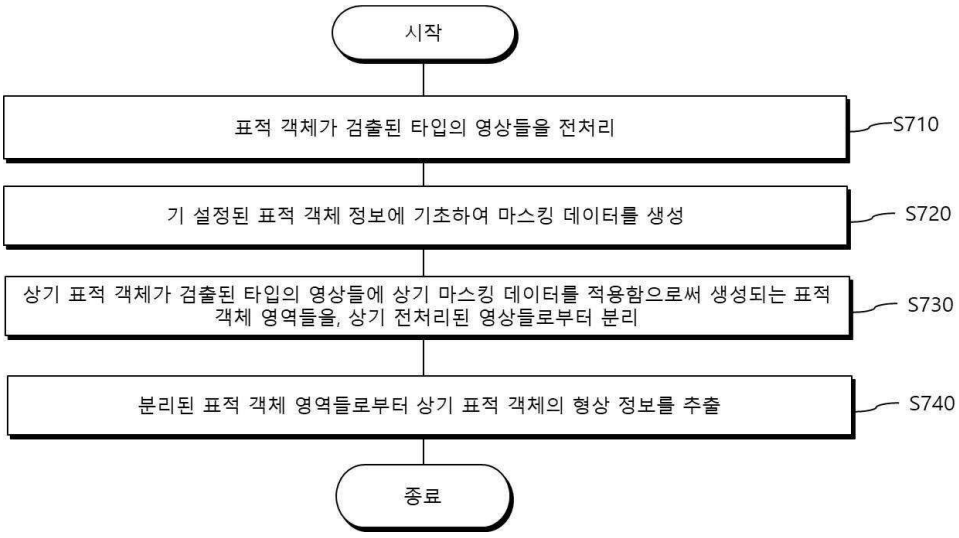
도면5


시작
객체 인식 모델의 출력 값에 기초하여, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체가 검출되지 않는 것으로 식별되는 경우, 상기 제2 타입 영상들을 푸리에 변환함으로써 주파수 도메인상의 변환 영상 정보를 생성
S510
변환 영상 정보로부터 상기 표적 객체 및 상기 표적 객체 주변의 배경 간섭물질 각각에 대한 스펙트럼 정보를 추출
S520
상기 추출된 스펙트럼 정보가 입력되면 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 출력하는 우도비 검정 모델에, 상기 추출된 스펙트럼 정보를 입력함으로써, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별
S530
상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는 경우, 상기 우도비 검정 모델의 출력 값에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출
S540
종료

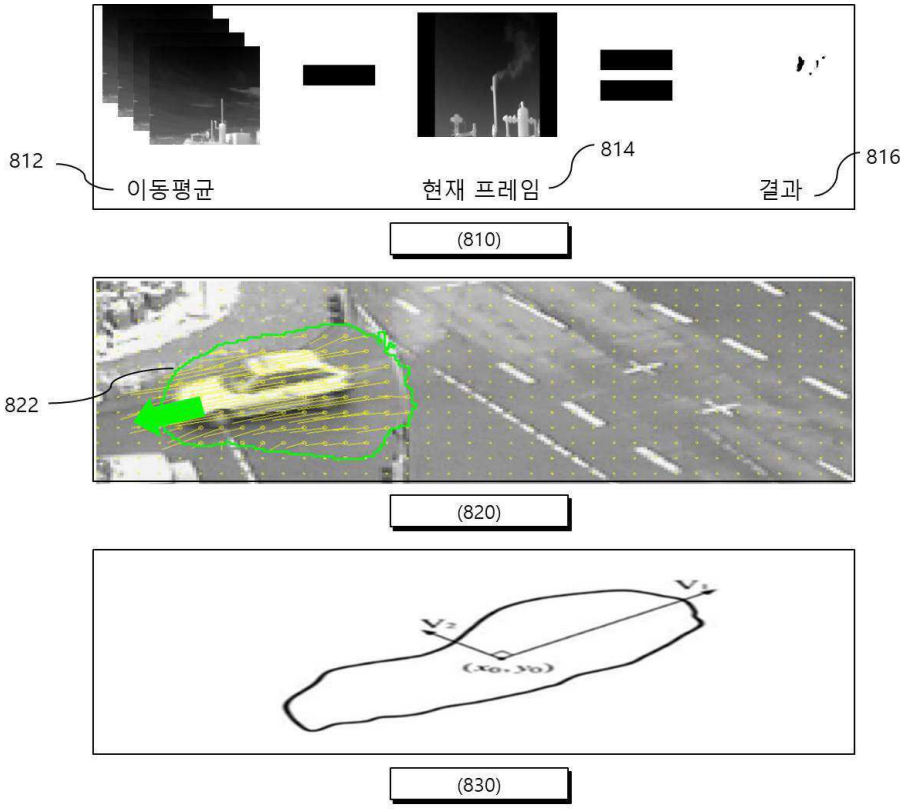
도면6


시작
상기 우도비 검정 모델의 출력 값에 기초하여 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되지 않는 경우, 상기 추출된 스펙트럼 정보를, 상기 추출된 스펙트럼 정보가 입력되면 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 출력하는 서포트 벡터 머신 모델에 입력함으로써, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별
S610
상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 식별되는 경우, 상기 서포트 벡터 머신 모델의 출력 값에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출
S620
종료

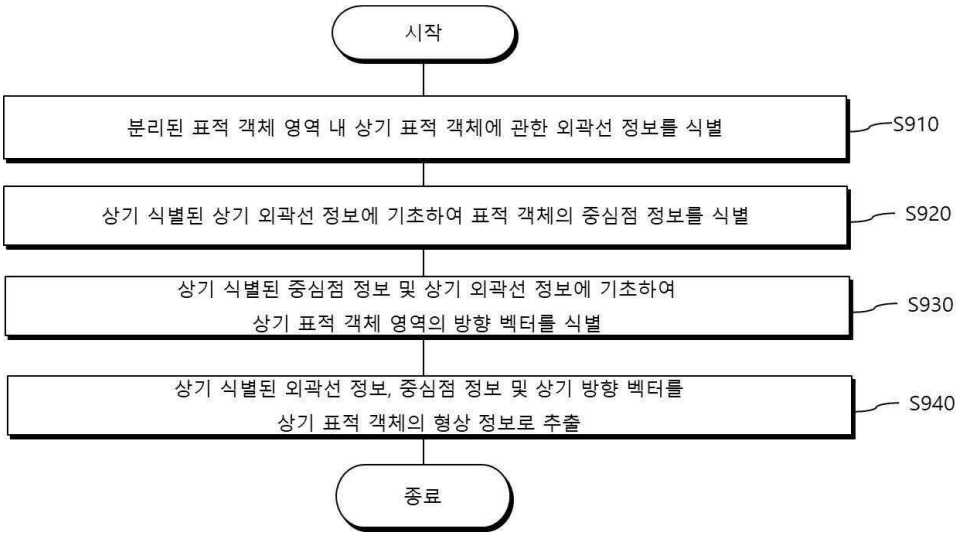
도면7


시작
표적 객체가 검출된 타입의 영상들을 전처리
S710
기 설정된 표적 객체 정보에 기초하여 마스킹 데이터를 생성
S720
상기 표적 객체가 검출된 타입의 영상들에 상기 마스킹 데이터를 적용함으로써 생성되는 표적 객체 영역들을, 상기 전처리된 영상들로부터 분리
S730
분리된 표적 객체 영역들로부터 상기 표적 객체의 형상 정보를 추출
S740
종료

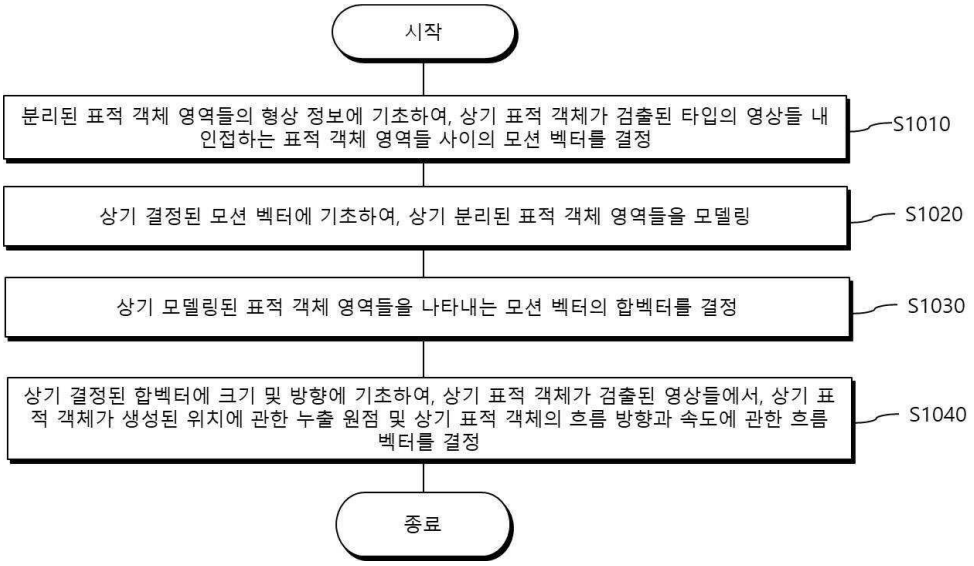
도면8


812
이동평균
814
현재 프레임
816
결과
(810)
822
(820)
(830)

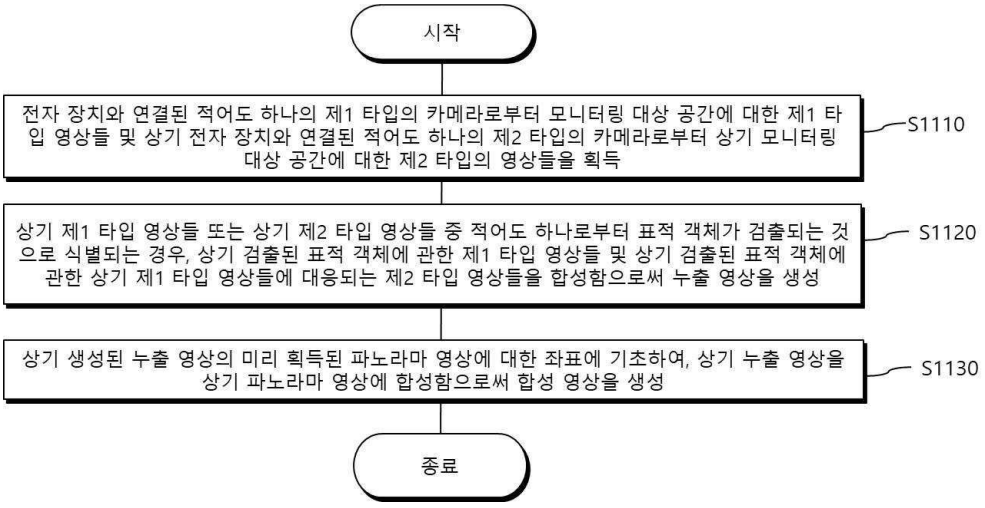
도면9



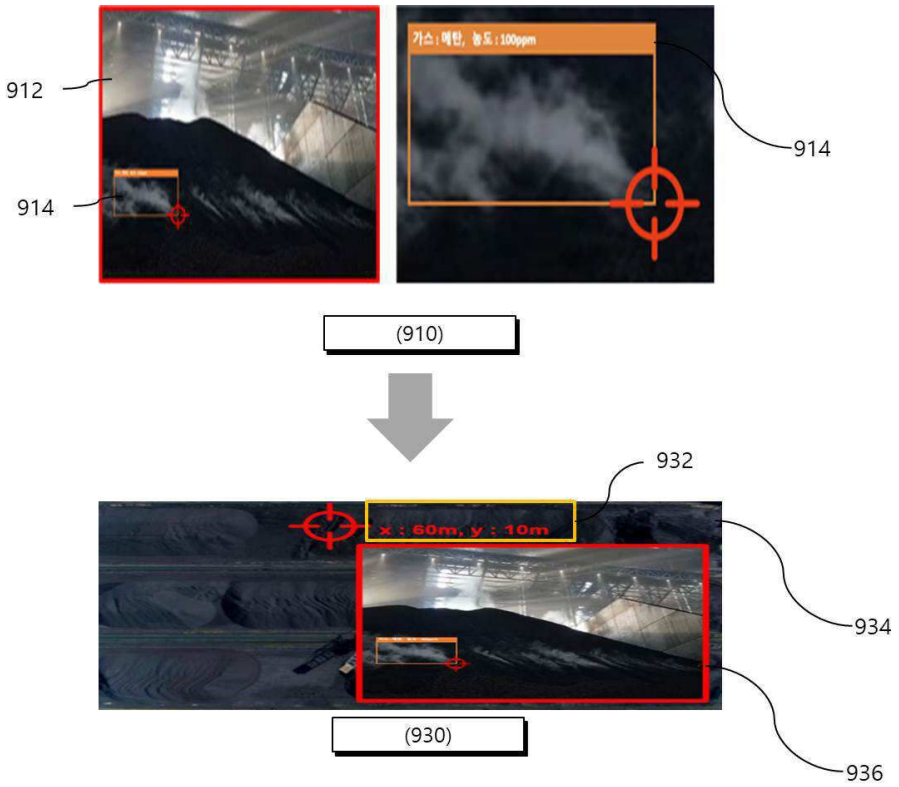
도면10



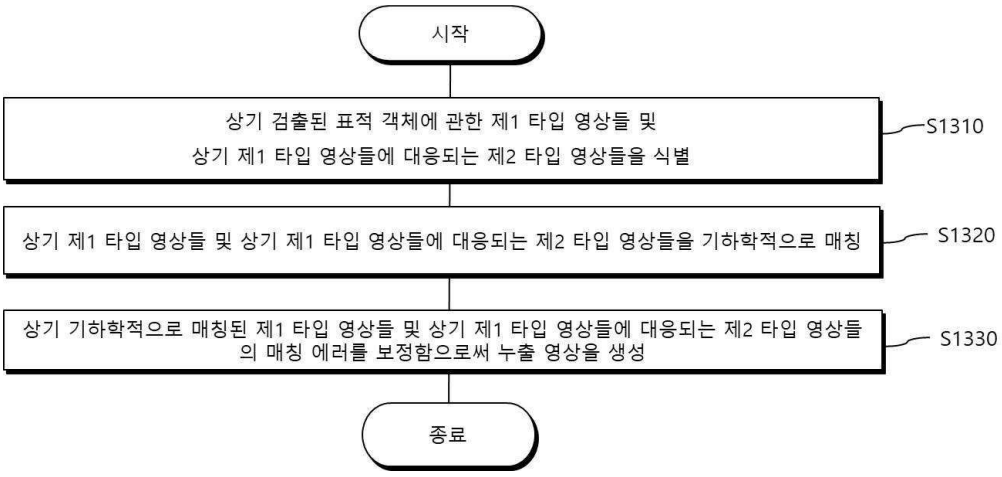
도면11



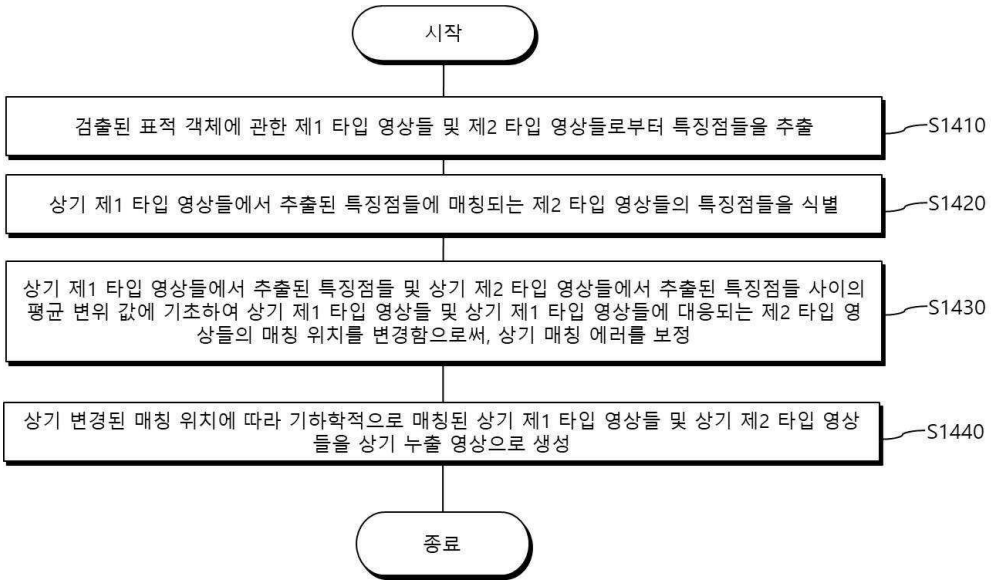
도면12


912
914
가스 : 메탄, 농도 : 100ppm
914
(910)
932
x : 60m, y : 10m
934
(930)
936

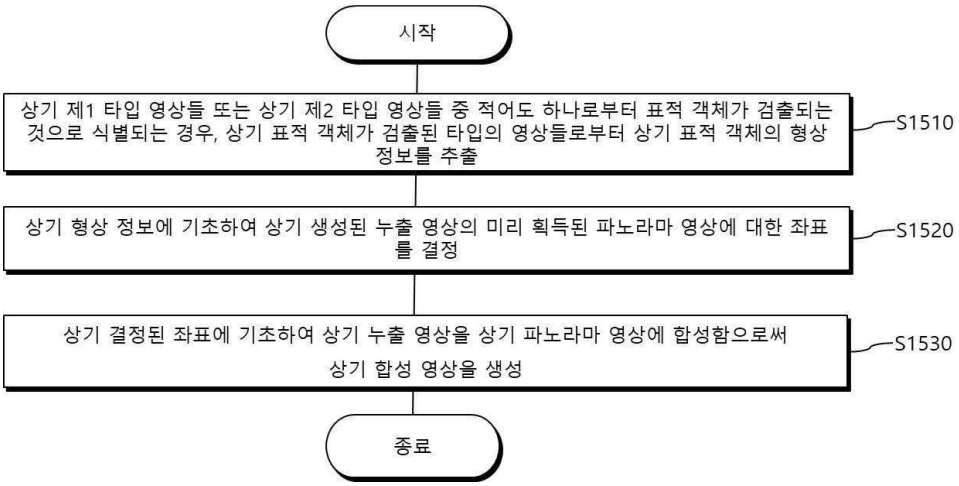
도면13


시작
상기 검출된 표적 객체에 관한 제1 타입 영상들 및
상기 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들을 식별
S1310
상기 제1 타입 영상들 및 상기 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들을 기하학적으로 매칭
S1320
상기 기하학적으로 매칭된 제1 타입 영상들 및 상기 제1 타입 영상들에 대응되는 제2 타입 영상들의 매칭 에러를 보정함으로써 누출 영상을 생성
S1330
종료

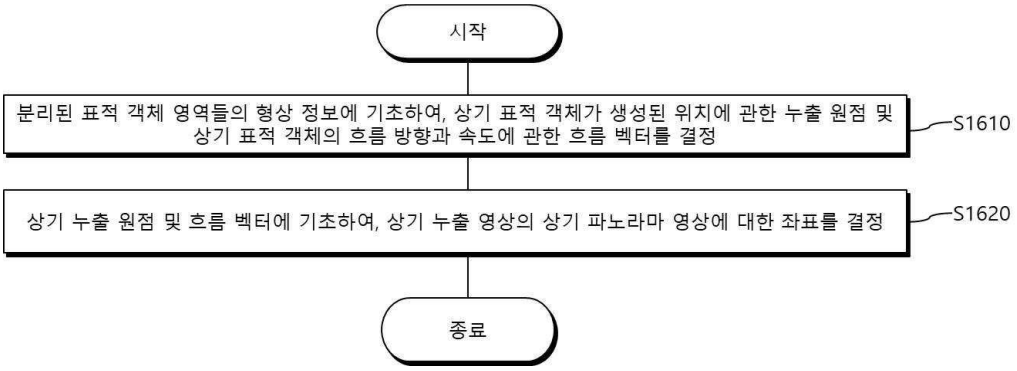
도면14



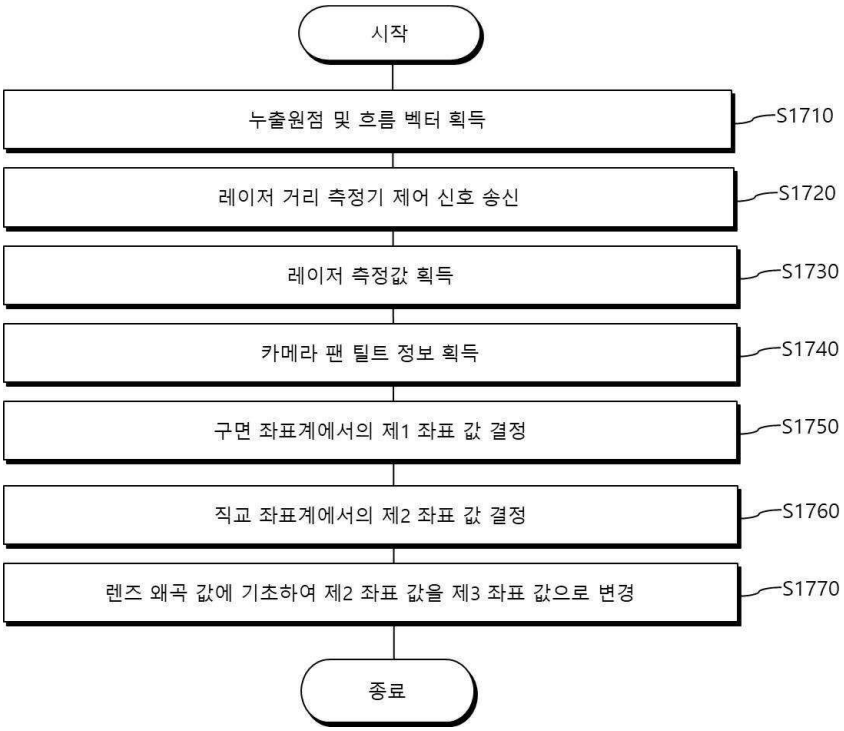
도면15



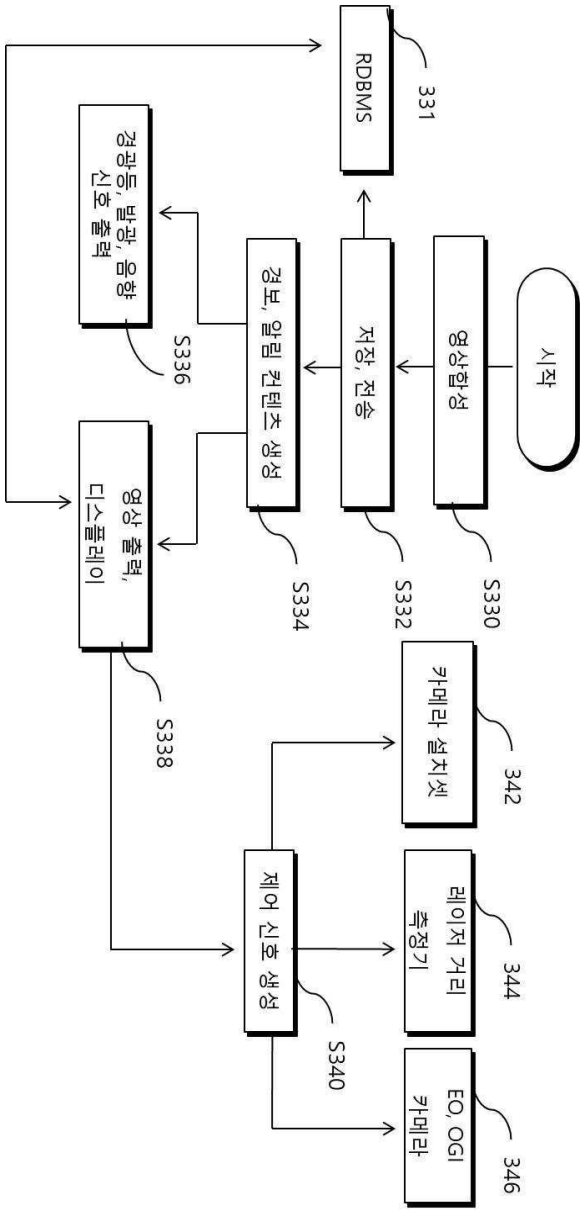
도면16



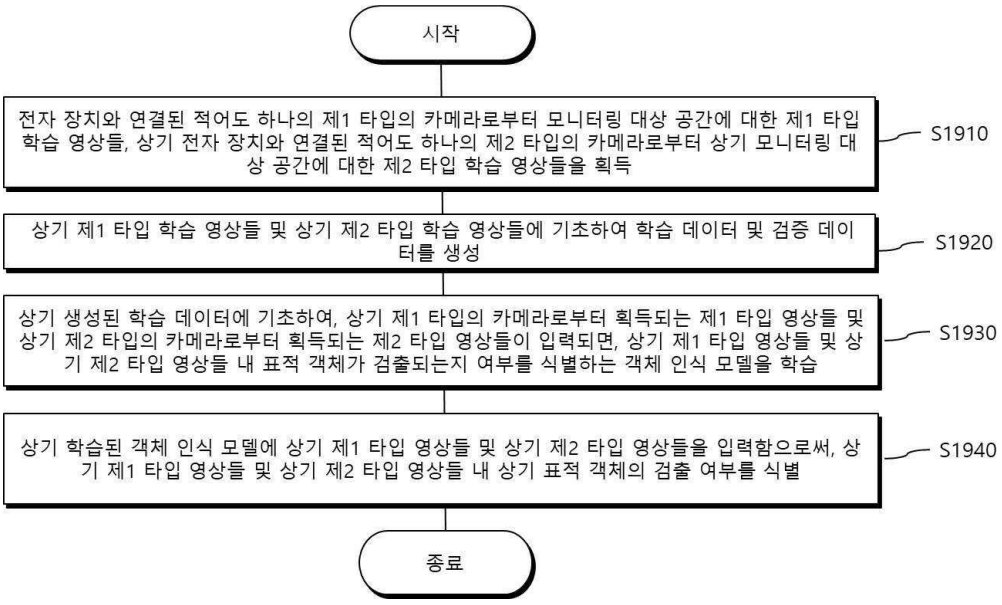
도면17


시작
누출원점 및 흐름 벡터 획득
S1710
레이저 거리 측정기 제어 신호 송신
S1720
레이저 측정값 획득
S1730
카메라 팬 틸트 정보 획득
S1740
구면 좌표계에서의 제1 좌표 값 결정
S1750
직교 좌표계에서의 제2 좌표 값 결정
S1760
렌즈 왜곡 값에 기초하여 제2 좌표 값을 제3 좌표 값으로 변경
S1770
종료

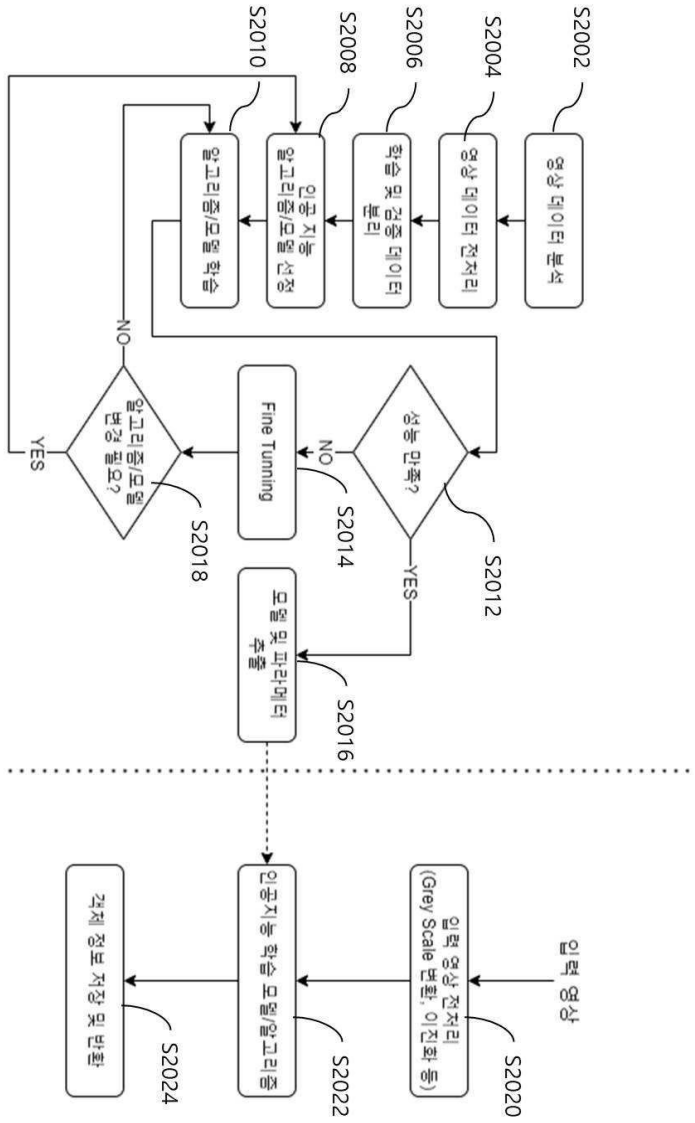
도면18


시작
영상합성
S330
저장, 전송
S332
RDBMS
331
경보, 알림 컨텐츠 생성
S334
경광등, 발광, 음향 신호 출력
S336
영상 출력, 디스플레이
S338
카메라 설치셋
342
레이저 거리 측정기
344
EO, OGI 카메라
346
제어 신호 생성
S340

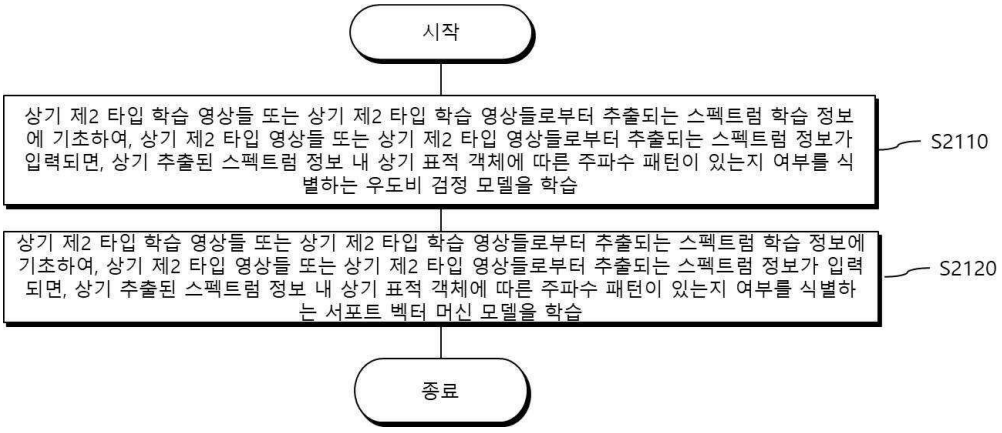
도면19


시작
전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제1 타입의 카메라로부터 모니터링 대상 공간에 대한 제1 타입 학습 영상들, 상기 전자 장치와 연결된 적어도 하나의 제2 타입의 카메라로부터 상기 모니터링 대상 공간에 대한 제2 타입 학습 영상들을 획득
S1910
상기 제1 타입 학습 영상들 및 상기 제2 타입 학습 영상들에 기초하여 학습 데이터 및 검증 데이터를 생성
S1920
상기 생성된 학습 데이터에 기초하여, 상기 제1 타입의 카메라로부터 획득되는 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입의 카메라로부터 획득되는 제2 타입 영상들이 입력되면, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 표적 객체가 검출되는지 여부를 식별하는 객체 인식 모델을 학습
S1930
상기 학습된 객체 인식 모델에 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들을 입력함으로써, 상기 제1 타입 영상들 및 상기 제2 타입 영상들 내 상기 표적 객체의 검출 여부를 식별
S1940
종료

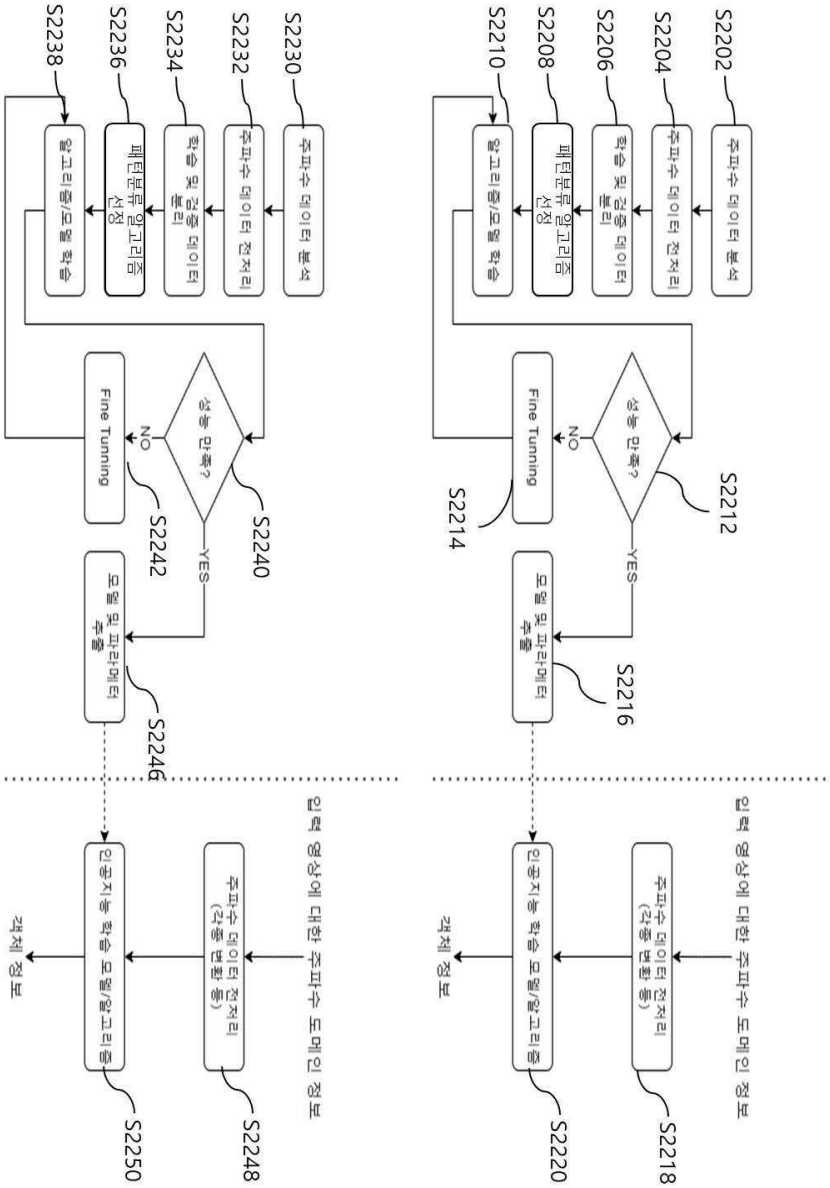
도면20


S2002
영상 데이터 분석
S2004
영상 데이터 전처리
S2006
학습 및 검증 데이터 분리
S2008
인공지능 알고리즘/모델 선정
S2010
알고리즘/모델 학습
성능 만족?
S2012
YES
NO
S2014
Fine Tunning
모델 및 파라메터 추출
S2016
알고리즘/모델 변경 필요?
S2018
YES
NO
입력 영상
입력 영상 전처리 (Grey Scale 변환, 이진화 등)
S2020
인공지능 학습 모델/알고리즘
S2022
객체 정보 저장 및 반환
S2024

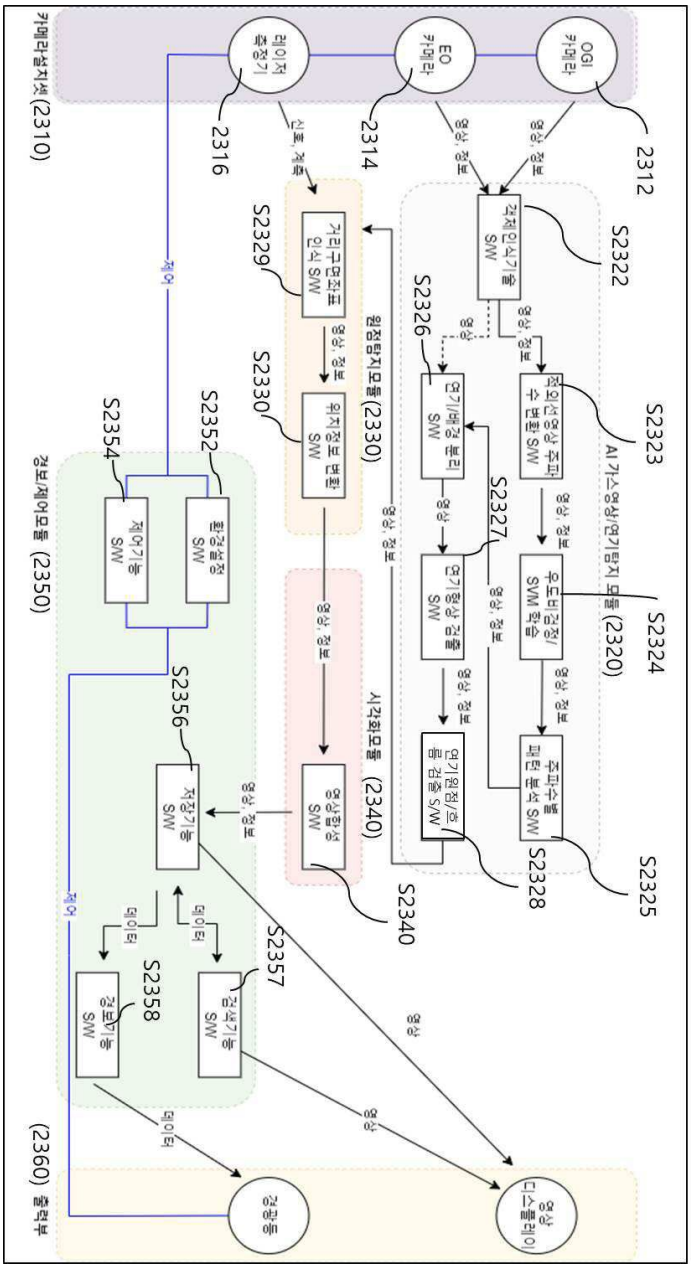
도면21


시작
상기 제2 타입 학습 영상들 또는 상기 제2 타입 학습 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 학습 정보에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 정보가 입력되면, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 우도비 검정 모델을 학습
S2110
상기 제2 타입 학습 영상들 또는 상기 제2 타입 학습 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 학습 정보에 기초하여, 상기 제2 타입 영상들 또는 상기 제2 타입 영상들로부터 추출되는 스펙트럼 정보가 입력되면, 상기 추출된 스펙트럼 정보 내 상기 표적 객체에 따른 주파수 패턴이 있는지 여부를 식별하는 서포트 벡터 머신 모델을 학습
S2120
종료

도면22

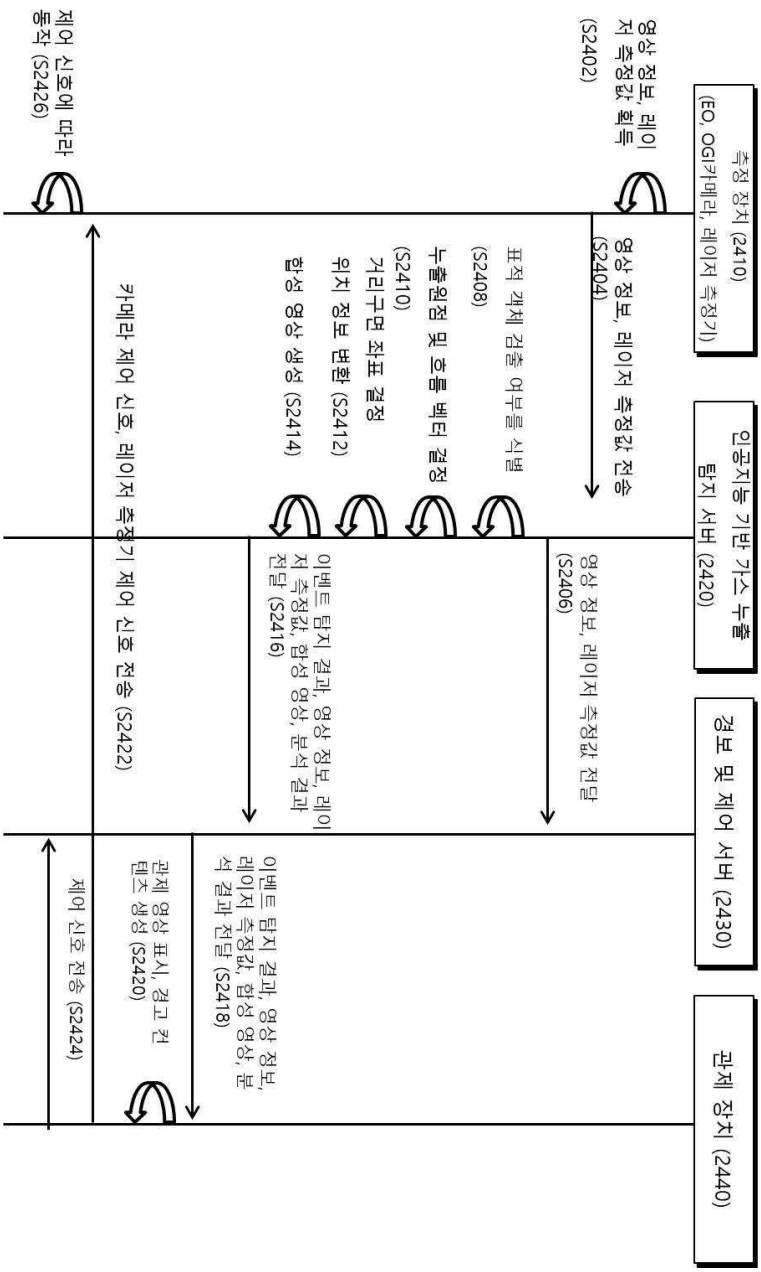

주파수 데이터 분석
S2202
주파수 데이터 전처리
S2204
학습 및 검증 데이터
S2206
패턴분류 알고리즘 선정
S2208
알고리즘/모델 학습
S2210
성능 만족?
S2212
YES
NO
모델 및 파라메터 추출
S2216
Fine Tunning
S2214
입력 영상에 대한 주파수 도메인 정보
주파수 데이터 전처리 (각종 변환 등)
S2218
인공지능 학습 모델/알고리즘
S2220
객체 정보
주파수 데이터 분석
S2230
주파수 데이터 전처리
S2232
학습 및 검증 데이터
S2234
패턴분류 알고리즘 선정
S2236
알고리즘/모델 학습
S2238
성능 만족?
S2240
YES
NO
모델 및 파라메터 추출
S2246
Fine Tunning
S2242
입력 영상에 대한 주파수 도메인 정보
주파수 데이터 전처리 (각종 변환 등)
S2248
인공지능 학습 모델/알고리즘
S2250
객체 정보

도면23

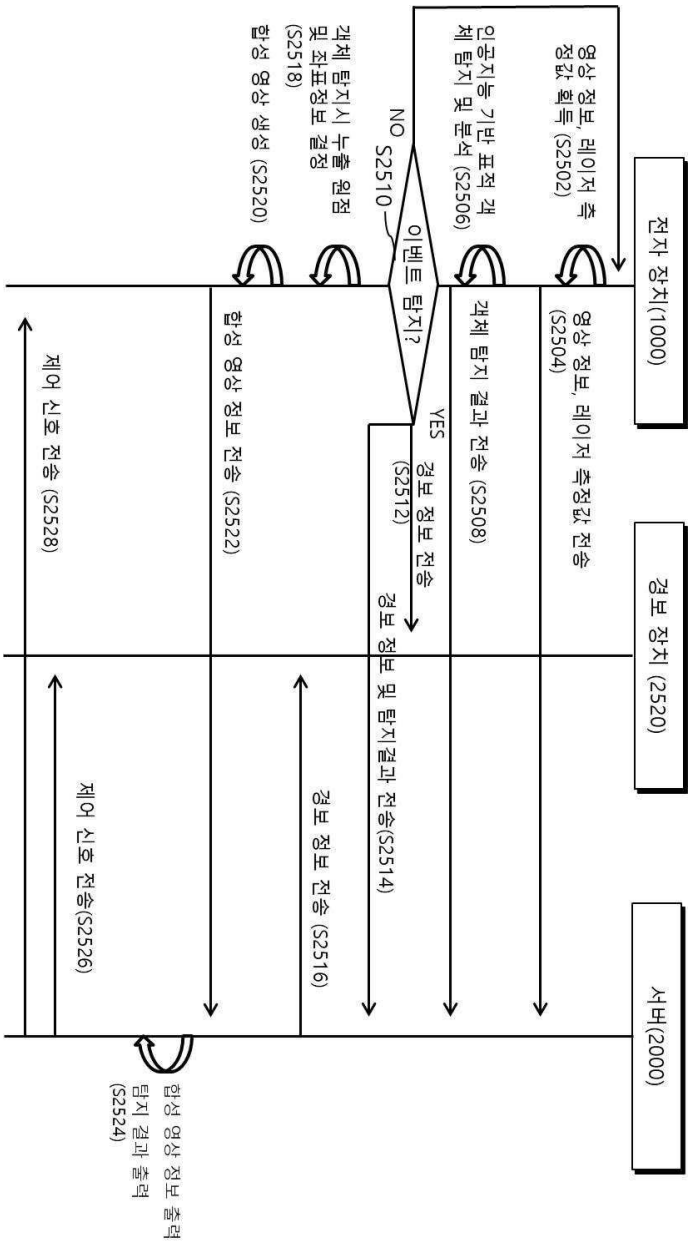

OGI 카메라
EO 카메라
레이저 측정기
2312
2314
2316
카메라설치셋(2310)
S2322
S2323
S2324
S2325
S2326
S2327
S2328
S2329
S2330
S2340
S2352
S2354
S2356
S2357
S2358
AI 가스영상/연기탐지 모듈 (2320)
원점탐지모듈 (2330)
시각화모듈 (2340)
경보/제어모듈 (2350)
(2360) 출력부
영상
제어
데이터
경광등
영상 디스플레이

10

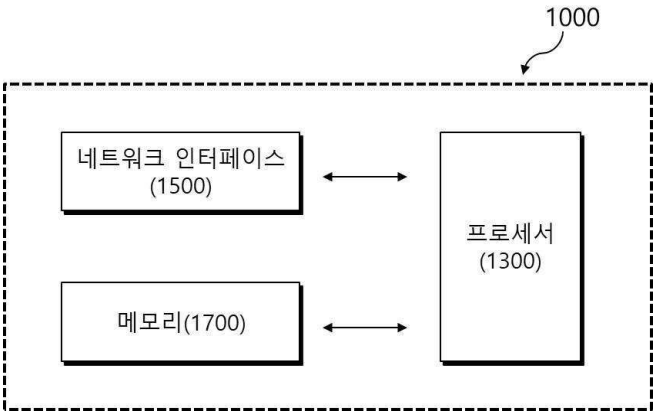
도면24


측정 장치 (2410)
(EO, OGI카메라, 레이저 측정기)
인공지능 기반 가스 누출 탐지 서버 (2420)
경보 및 제어 서버 (2430)
관제 장치 (2440)
영상 정보, 레이저 측정값 획득 (S2402)
영상 정보, 레이저 측정값 전송 (S2404)
영상 정보, 레이저 측정값 전달 (S2406)
표적 객체 검출 여부를 식별 (S2408)
누출원점 및 흐름 벡터 결정 (S2410)
거리구면 좌표 결정
위치 정보 변환 (S2412)
합성 영상 생성 (S2414)
이벤트 탐지 결과, 영상 정보, 레이저 측정값, 합성 영상, 분석 결과 전달 (S2416)
이벤트 탐지 결과, 영상 정보, 레이저 측정값, 합성 영상, 분석 결과 전달 (S2418)
관제 영상 표시, 경고 컨텐츠 생성 (S2420)
카메라 제어 신호, 레이저 측정기 제어 신호 전송 (S2422)
제어 신호 전송 (S2424)
제어 신호에 따라 동작 (S2426)

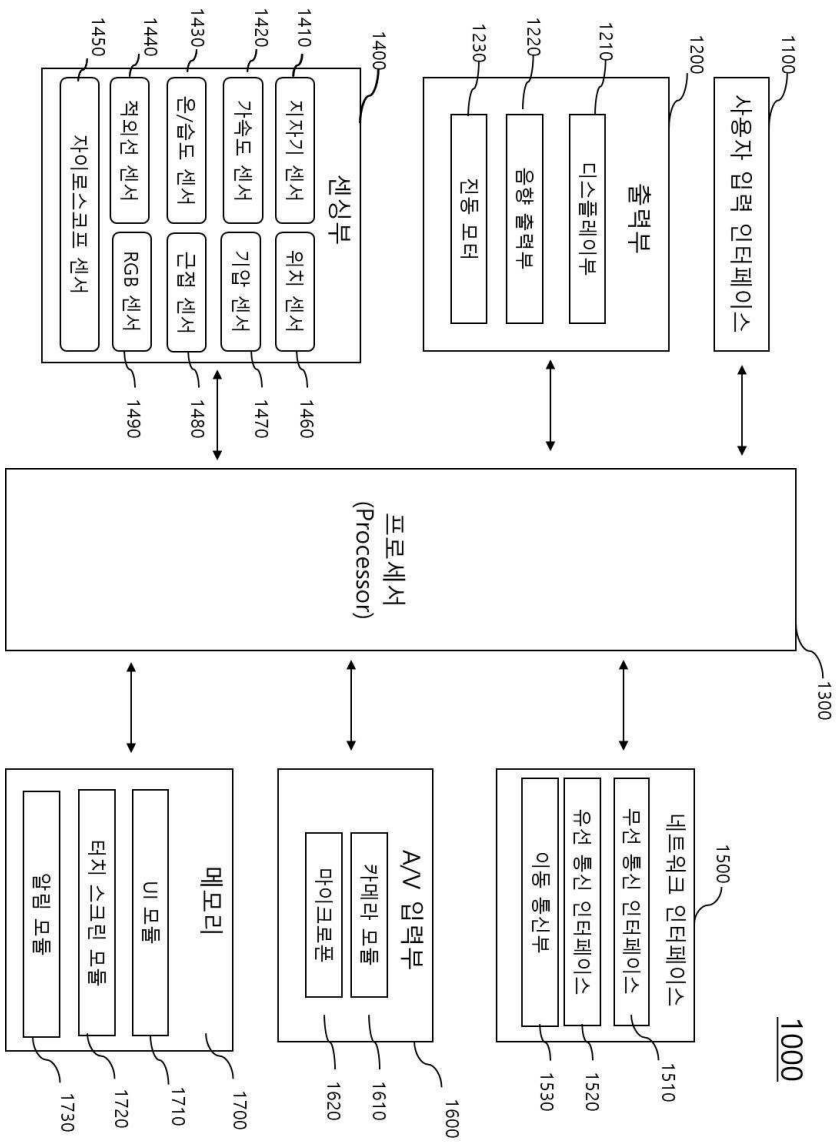
도면25


전자 장치(1000)
경보 장치 (2520)
서버(2000)
영상 정보, 레이저 측정값 획득 (S2502)
영상 정보, 레이저 측정값 전송 (S2504)
인공지능 기반 표적 객체 탐지 및 분석 (S2506)
객체 탐지 결과 전송 (S2508)
이벤트 탐지?
NO
S2510
YES
경보 정보 전송 (S2512)
경보 정보 및 탐지결과 전송(S2514)
객체 탐지시 누출 원점 및 좌표정보 결정 (S2518)
경보 정보 전송 (S2516)
합성 영상 생성 (S2520)
합성 영상 정보 전송 (S2522)
제어 신호 전송 (S2528)
제어 신호 전송(S2526)
합성 영상 정보 출력 탐지 결과 출력 (S2524)

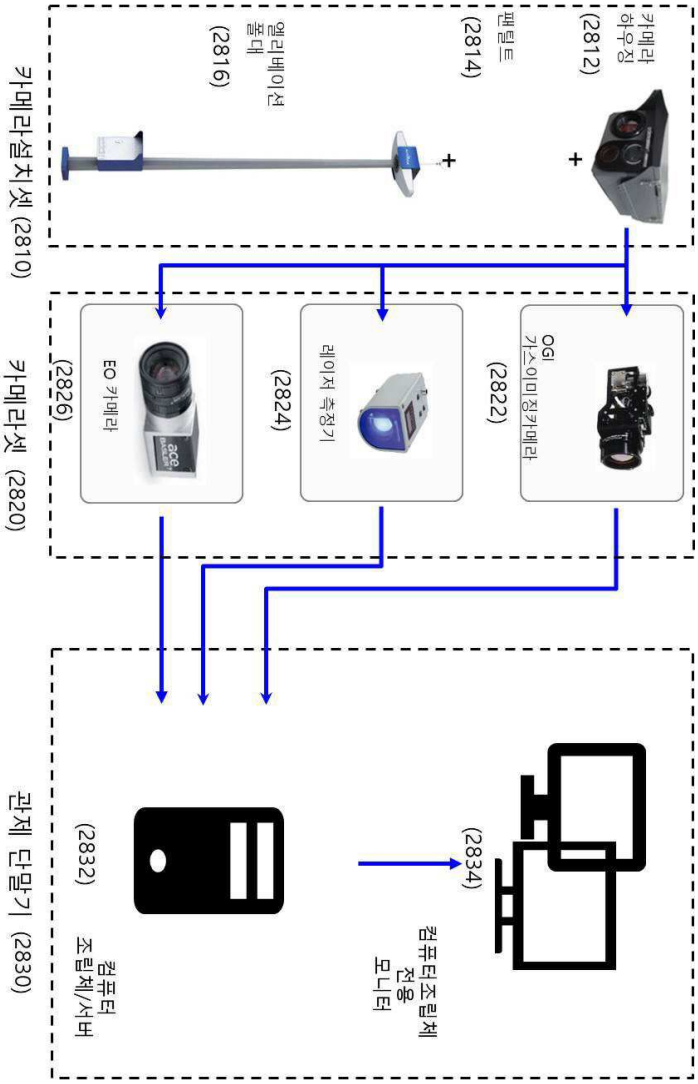
도면26


1000
네트워크 인터페이스 (1500)
메모리(1700)
프로세서 (1300)

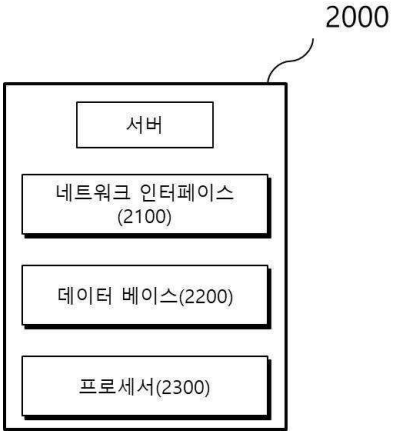
도면27


1000
사용자 입력 인터페이스
1100
출력부
1200
디스플레이부
1210
음향 출력부
1220
진동 모터
1230
센싱부
1400
지자기 센서
1410
가속도 센서
1420
온/습도 센서
1430
적외선 센서
1440
자이로스코프 센서
1450
위치 센서
1460
기압 센서
1470
근접 센서
1480
RGB 센서
1490
프로세서
(Processor)
1300
네트워크 인터페이스
1500
무선 통신 인터페이스
1510
유선 통신 인터페이스
1520
이동 통신부
1530
A/V 입력부
1600
카메라 모듈
1610
마이크로폰
1620
메모리
1700
UI 모듈
1710
터치 스크린 모듈
1720
알림 모듈
1730

도면28


카메라 하우징 (2812)
팬틸트 (2814)
얼라인먼트 폴대 (2816)
카메라설치셋 (2810)
OGI 가스이미징카메라 (2822)
레이저 측정기 (2824)
EO 카메라 (2826)
카메라셋 (2820)
(2834)
컴퓨터조립체 전용 모니터
(2832)
컴퓨터 조립체/서버
관제 단말기 (2830)

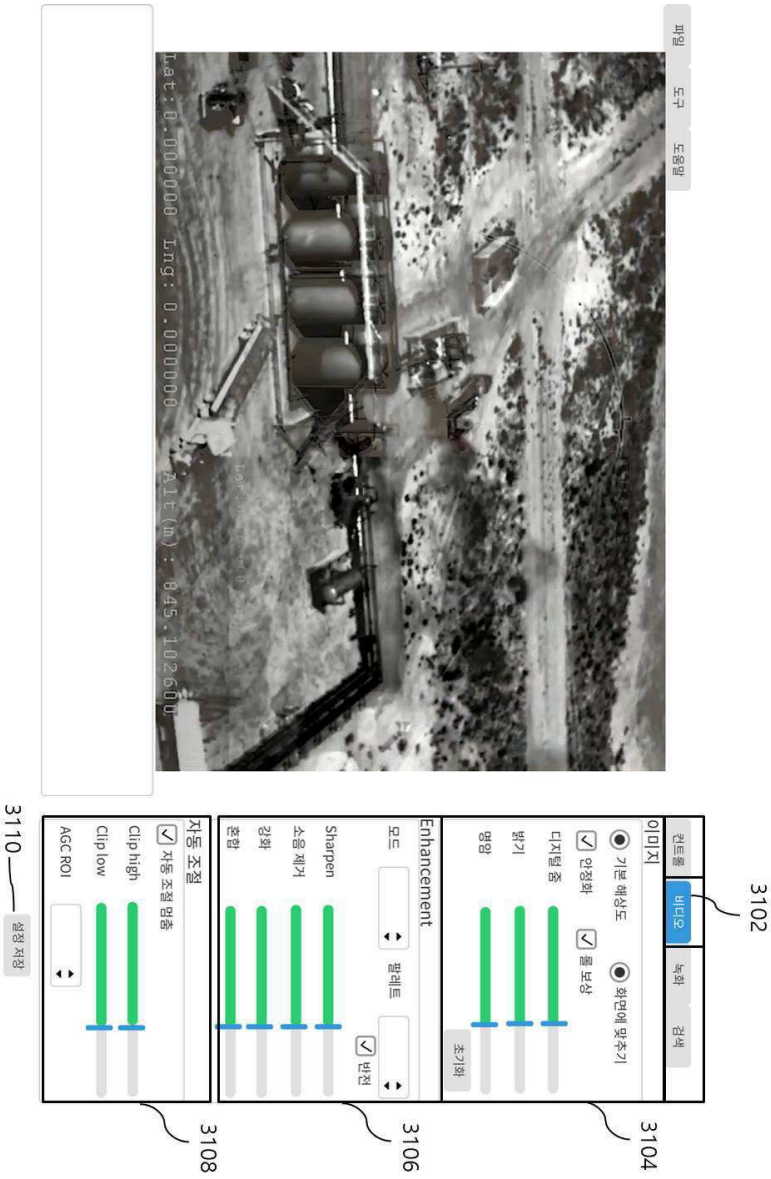
도면29


2000
서버
네트워크 인터페이스 (2100)
데이터 베이스(2200)
프로세서(2300)

도면30

3010
3004
3002
3008
3006
SLA 보드
SN : ---
확대
인덱스
위치
확대 속도
포커스
슬라이더 증가율
무한 포커스
위치
고정 포커스
포커스 속도
AF 영역(100%)
AF 영역 표시
센서
FFC 주기 :
FFC 모드
셔터 X
셔터 O
NUC 테이블
주기 설정
FFC 실행
셔터 닫기
컨트롤
비디오
녹화
검색
새로고침
연결

도면31


파일
도구
도움말
Lat: 0.000000 Lng: 0.000000 Alt(m): 845.102600
컨트롤
비디오
녹화
검색
이미지
기본 해상도
화면에 맞추기
안정화
줄 보상
디지털 줌
밝기
명암
초기화
Enhancement
모드
팔레트
반전
Sharpen
소음 제거
강화
혼합
자동 조절
자동 조절 멈춤
Clip high
Clip low
AGC ROI
설정 저장
3102
3104
3106
3108
3110