(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년08월18일
(11) 등록번호 10-2568037
(24) 등록일자 2023년08월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 10/774 (2022.01) *G06N 3/08* (2023.01)
G06T 7/00 (2017.01) *G06T 7/11* (2017.01)
G06V 10/422 (2022.01) *G06V 10/48* (2022.01)
G06V 20/70 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06V 10/774 (2023.08)
G06N 3/08 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2022-0158038
(22) 출원일자 2022년11월23일
심사청구일자 2022년11월23일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170130023 A*
KR1020220060722 A*
KR1020220085115 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
한동일
서울특별시 서초구 잠원로 166-4, 1106호 (잠원동, 미주파스텔)
이아현
경기도 성남시 분당구 판교원로82번길 30, 1304동 301호 (운중동, 산운마을13단지아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

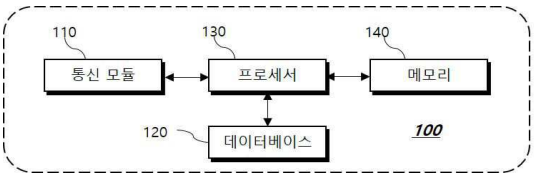
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 강현일

(54) 발명의 명칭 **파이프 인식 모델 생성 방법 및 장치, 이를 이용한 파이프 이상 영역 판단 방법 및 시스템**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예는 본 발명의 제 1측면에 따라, 파이프 인식 모델을 생성하는 방법이 제공된다. 본 방법은, 각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서, 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상 및 상기 외관 영상에서 상기 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 포함하는 훈련 데이터를 획득하는 단계 및 상기 훈련 데이터를 기초로, 측정 대상 구조물의 외관 영상으로부터 영상 내 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 생성하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06T 7/0004 (2013.01)
G06T 7/11 (2017.01)
G06V 10/422 (2023.08)
G06V 10/48 (2023.08)
G06V 20/70 (2023.08)
G06V 2201/06 (2022.01)

(72) 발명자
이기성
경상남도 창원시 의창구 중동로 78, 404동 3604호
(중동, 창원 중동 유니시티4단지)

압둘라 무하마드
서울특별시 성동구 동일로55나길 11-6, B103호 (송정동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1395072395
과제번호	PJ015686022022
부처명	농촌진흥청
과제관리(전문)기관명	농촌진흥청
연구사업명	농업정책지원기술개발사업
연구과제명	두류 및 유지작물 병 표현형 진단 기술 개발(2공동)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711174142
과제번호	00156354
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명	실-가상 연계 메타버스를 위한 초실감 XR 기술 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세종대학교산학협력단
연구기간	2022.07.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서,

a) 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상 및 상기 외관 영상에서 상기 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 포함하는 훈련 데이터를 획득하는 단계; 및

b) 상기 훈련 데이터를 기초로, 측정 대상 구조물의 외관 영상으로부터 영상 내 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 b) 단계는, 상기 파이프 이미지로부터 상기 파이프의 윤곽을 표시한 윤곽 이미지를 생성하고, 상기 윤곽 이미지에 기초하여 상기 파이프의 상태 이상 여부를 판단하는 단계를 포함하되,

상기 파이프의 상태 이상 여부를 판단하는 단계는, 상기 윤곽 이미지에 허프 변환 알고리즘을 적용하여 상기 파이프의 윤곽 중 1차 직선 윤곽을 검출하고, 이력 현상(hysteresis) 알고리즘을 적용하여 상기 파이프의 윤곽 중 2차 직선 윤곽을 검출하는 단계를 포함하는, 파이프 인식 모델 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 b) 단계는,

상기 외관 영상에 기 설정된 알고리즘을 적용하여 상기 외관 영상 내의 상기 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하는 단계;

상기 파이프 이미지와 상기 외관 영상에 대등되는 라벨링 이미지를 비교하여 오차 값을 도출하는 단계; 및

상기 오차 값이 최소값이 되도록 상기 기 설정된 알고리즘을 수정하여 상기 인공지능 모델을 훈련시키는 단계를 포함하는, 파이프 인식 모델 생성 방법.

청구항 3

적어도 하나의 프로세서; 및

상기 프로세서와 전기적으로 연결되고, 상기 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드가 저장되는 메모리를 포함하고,

상기 메모리는, 상기 프로세서를 통해 실행될 때 상기 프로세서가,

파이프가 배치된 구조물의 외관 영상 및 상기 외관 영상에서 상기 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 포함하는 훈련 데이터를 획득하고, 그리고,

상기 훈련 데이터를 기초로, 측정 대상 구조물의 외관 영상으로부터 영상 내 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 생성하도록 야기하는 코드를 저장하고,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 파이프 이미지로부터 상기 파이프의 윤곽을 표시한 윤곽 이미지를 생성하고, 상기 윤곽 이미지에 기초하여 상기 파이프의 상태 이상 여부를 판단하도록 야기하는 코드를 저장하고,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 윤곽 이미지에 허프 변환 알고리즘을 적용하여 상기 파이프의 윤곽 중 1차 직선 윤곽을 검출하고, 이력 현상(hysteresis) 알고리즘을 적용하여 상기 파이프의 윤곽 중 2차 직선 윤곽을 검출하도록 야기하는 코드를 저장하는, 파이프 인식 모델 생성 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 외관 영상에 기 설정된 알고리즘을 적용하여 상기 외관 영상의 상기 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하고,

상기 파이프 이미지와 상기 외관 영상에 대등되는 라벨링 이미지를 비교하여 오차 값을 도출하고, 그리고,

상기 오차 값이 최소값이 되도록 상기 기 설정된 알고리즘을 수정하여 상기 인공지능 모델을 훈련시키도록 야기하는 코드를 포함하는, 파이프 인식 모델 생성 장치.

청구항 5

각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서,

a) 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상을 획득하는 단계;

b) 훈련용 구조물의 외관 영상을 포함하는 훈련 데이터를 기초로 특정 구조물의 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 통해 상기 외관 영상으로부터 상기 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하는 단계;

c) 상기 파이프 이미지로부터 상기 파이프의 윤곽을 표시한 윤곽 이미지를 생성하는 단계; 및

d) 상기 윤곽 이미지를 기초로 상기 파이프의 상태 이상 여부를 판단하는 단계를 포함하고,

상기 d) 단계는,

상기 윤곽 이미지에 허프 변환 알고리즘을 적용하여 상기 파이프의 윤곽 중 1차 직선 윤곽을 검출하고, 이력 현상(hysteresis) 알고리즘을 적용하여 상기 파이프의 윤곽 중 2차 직선 윤곽을 검출하는 단계를 더 포함하는 파이프 이상 영역 판단 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 훈련 데이터는, 상기 훈련용 구조물의 외관 영상에서 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 더 포함하고, 그리고,

상기 인공지능 모델은 상기 외관 영상에 기 설정된 객체분할 알고리즘을 적용하여 파이프를 객체분할한 예측 이미지를 생성하고, 상기 예측 이미지와 상기 훈련용 외관 영상에 대응되는 라벨링 이미지의 오차가 최소값이 되도록 훈련된 것인, 파이프 이상 영역 판단 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 c) 단계는,

상기 파이프 이미지에서 픽셀 기울기 값이 기 설정된 범위에 포함되는 픽셀을 상기 파이프의 윤곽으로 검출하는 단계를 포함하는 것인, 파이프 이상 영역 판단 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 d) 단계는,

상기 윤곽 이미지에서 상기 직선 윤곽을 제거한 결과 이미지를 생성하는 단계; 및

상기 결과 이미지 상에 상기 파이프의 윤곽이 존재할 경우, 해당 파이프의 윤곽을 파이프 이상 영역으로 판단하는 단계를 더 포함하는 파이프 이상 영역 판단 방법.

청구항 9

적어도 하나의 프로세서; 및

상기 프로세서와 전기적으로 연결되고, 상기 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드가 저장되는 메모리를 포함하고,

상기 메모리는, 상기 프로세서를 통해 실행될 때 상기 프로세서가,

파이프가 배치된 구조물의 외관 영상을 획득하고,

훈련용 구조물의 외관 영상을 포함하는 훈련 데이터를 기초로 특정 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 통해 상기 외관 영상으로부터 상기 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하고,

상기 파이프 이미지로부터 상기 파이프의 윤곽을 표시한 윤곽 이미지를 생성하고, 그리고,

상기 윤곽 이미지를 기초로 상기 파이프의 상태 이상 여부를 판단하도록 야기하는 코드를 저장하고,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 윤곽 이미지에 허프 변환 알고리즘을 적용하여 상기 파이프의 윤곽 중 1차 직선 윤곽을 검출하고, 이력 현상(hysteresis) 알고리즘을 적용하여 상기 파이프의 윤곽 중 2차 직선 윤곽을 검출하도록 야기하는 코드를 저장하는, 파이프 이상 영역 판단 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 훈련 데이터는, 상기 훈련용 구조물의 외관 영상에서 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 더 포함하고, 그리고,

상기 인공지능 모델은 상기 외관 영상에 기 설정된 객체분할 알고리즘을 적용하여 파이프를 객체분할한 예측 이미지를 생성하고, 상기 예측 이미지와 상기 훈련용 구조물의 외관 영상에 대응되는 라벨링 이미지의 오차가 최소값이 되도록 훈련된 것인, 파이프 이상 영역 판단 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 파이프 이미지에서 픽셀 기울기 값이 기 설정된 범위에 포함되는 픽셀을 상기 파이프의 윤곽으로 검출하여 상기 윤곽 이미지를 생성하도록 야기하는 코드를 저장하는, 파이프 이상 영역 판단 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 윤곽 이미지에서 상기 직선 윤곽을 제거한 결과 이미지를 생성하고, 그리고,

상기 결과 이미지 상에 상기 파이프의 윤곽이 존재할 경우, 해당 파이프의 윤곽을 파이프 이상 영역으로 판단하도록 야기하는 코드를 저장하는, 파이프 이상 영역 판단 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 파이프 인식 모델 생성 방법 및 장치, 이를 이용한 파이프 이상 영역 판단 방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 파이프 인식 모델을 통해 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하고, 파이프 이미지에서 파이프의 윤곽을 검출한 윤곽 이미지를 기초로 파이프의

상태 이상 여부를 판단하는 파이프 인식 모델 생성 방법 및 장치, 이를 이용한 파이프 이상 영역 판단 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 빅데이터와 컴퓨터 하드웨어의 성장으로 딥 러닝 모델과 같은 인공지능 모델이 시설물 점검, 농작물 병해 진단 등 다양한 산업 분야에서 유용하게 활용되고 있다. 딥 러닝 모델은 대량의 데이터와 컴퓨팅 기술을 활용해 심층 신경망을 구성하여 데이터 세트를 분류하고, 데이터 간 상관 관계를 학습한다. 학습된 딥 러닝 모델은 사람이 미처 알지 못하는 유용한 특징들을 데이터를 통해 찾을 수 있기 때문에 다양한 분야에 활용된다.

[0003] 제조시설에서 파이프와 같은 설비의 이상 여부를 판단하는 것은 매우 중요하게 여겨지는 점검 항목이다. 농촌이나 산림 지역과 같은 지역에 위치하는 제조시설의 경우, 사람이 직접 설비 이상 여부를 확인했으나, 이러한 방식은 많은 노동력이 요구됨에 따라 인건비가 많이 소요되는 실정이다.

[0004] 이와 관련하여, 제조시설의 외관 설비의 이상 여부를 판단하기 위해 무인 항공기 등에 카메라를 부착하여 제조시설의 외간 영상을 촬영하고, 해당 영상에 딥 러닝 알고리즘을 적용함으로써, 설비 이상 여부를 판단하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특정 설비에 대한 이상 여부를 판단하기 위해 객체 검출 알고리즘을 이용하고 있으나, 이상 여부를 판단하고자 하는 객체가 비정형적인 형태로 나타날 경우, 규칙적이고 정형화된 형태를 갖춘 객체를 위주로 탐지하는 종래의 객체 검출 알고리즘을 사용하기 어려운 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 파이프 인식 모델을 통해 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하고, 파이프 이미지에서 파이프의 윤곽을 검출한 윤곽 이미지를 기초로 파이프의 상태 이상 여부를 판단하는 파이프 인식 모델 생성 방법 및 장치, 이를 이용한 파이프 이상 영역 판단 방법 및 시스템을 제공하는 것을 일 기술적 과제로 한다.

[0006] 본 발명이 이루고하 하는 기술적 과제들은 상기한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 이하의 설명으로부터 본 발명의 또 다른 기술적 과제들이 도출될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1측면에 따라, 파이프 인식 모델을 생성하는 방법이 제공된다. 본 방법은, 각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서, 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상 및 상기 외관 영상에서 상기 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 포함하는 훈련 데이터를 획득하는 단계 및 상기 훈련 데이터를 기초로, 측정 대상 구조물의 외관 영상으로부터 영상 내 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 생성하는 단계를 포함한다.

[0008] 또한, 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제2 측면에 따라, 파이프 인식 모델을 생성하는 장치가 제공된다. 본 장치는, 적어도 하나의 프로세서 및 상기 프로세서와 전기적으로 연결되고, 상기 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드가 저장되는 메모리를 포함하고, 상기 메모리는, 상기 프로세서를 통해 실행될 때 상기 프로세서가, 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상 및 상기 외관 영상에서 상기 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 포함하는 훈련 데이터를 획득하고, 그리고, 상기 훈련 데이터를 기초로, 측정 대상 구조물의 외관 영상으로부터 영상 내 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 생성하도록 야기하는 코드를 저장한다.

[0009] 또한, 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제3 측면에 따라, 파이프 이상 영역 판단 방법이 제공된다. 본 방법은, 각 단계가 프로세서에 의해 수행되는 방법으로서, 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상을 획득하는 단계, 훈련용 구조물의 외관 영상을 포함하는 훈련 데이터를 기초로 특정 구조물의 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 통해 상기 외관 영상으로부터 상기 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하는 단계, 상기 파이프 이미지로부터 상기 파이프의 윤곽을 표시한 윤곽 이미지를 생성하는 단계, 상기 윤곽 이미지를 기초로 상기 파이프의 상태 이상 여부를 판단하는 단계를 포함한다.

[0010] 또한, 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제4 측면에 따라, 파이프 이상 영역

을 판단하는 시스템이 제공된다. 본 시스템은, 적어도 하나의 프로세서 및 상기 프로세서와 전기적으로 연결되고, 상기 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드가 저장되는 메모리를 포함하고, 상기 메모리는, 상기 프로세서를 통해 실행될 때 상기 프로세서가, 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상을 획득하고, 훈련용 외관 영상을 포함하는 훈련 데이터를 기초로 특정 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 통해 상기 외관 영상으로부터 상기 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하고, 상기 파이프 이미지로부터 상기 파이프의 윤곽을 표시한 윤곽 이미지를 생성하고, 그리고, 상기 윤곽 이미지를 기초로 상기 파이프의 상태 이상 여부를 판단하도록 야기하는 코드를 저장한다.

발명의 효과

[0011] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단들에 따르면, 인공지능 모델을 통해 측정 대상 구조물의 외관 영상으로부터 측정 대상 구조물에 배치된 파이프를 객체분할한 이미지를 쉽게 도출할 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명에 따르면, 측정 대상 구조물의 외관 영상에서 해당 구조물에 배치된 파이프를 객체분할한 이미지를 토대로 파이프의 윤곽을 도출하고, 해당 윤곽을 통해 파이프의 상태 이상 여부를 판단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프 인식 모델 생성 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 파이프 인식 모델 생성 장치에 의해 인공지능 모델을 훈련시키는 것에 대한 일례를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 파이프 인식 모델 생성 방법을 설명하는 동작 흐름도이다.

도 4는 도 3에 도시된 파이프 인식 모델 생성 방법의 단계들이 포함하는 세부 단계들을 나타낸 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 파이프 이상 영역 판단 시스템을 나타낸 도면이다.

도 6은 도 5에 도시된 파이프 이상 영역 판단 시스템의 인공지능 모델에 의해 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하는 것에 대한 일례를 나타낸 도면이다.

도 7은 도 5에 도시된 파이프 이상 영역 판단 시스템에 의해 파이프의 상태 이상 여부를 판단하는 것에 대한 일례를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 파이프 이상 영역 판단 방법을 설명하는 동작 흐름도이다.

도 9는 도 8에 도시된 파이프 이상 영역 판단 방법의 단계들이 포함하는 세부 단계들을 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다. 다만, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명하는 실시예들로 한정되는 것은 아니다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않는다. 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미로 해석되어야 한다. 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 추가적으로 갖는 것으로 해석되어야 하며, 별도로 정의되지 않는 한 매우 이상적이거나 제한적인 의미로 해석되지 않는다.

[0015] 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 도면에 나타난 각 구성요소의 크기, 형태, 형상은 다양하게 변형될 수 있다. 명세서 전체에 대하여 동일/유사한 부분에 대해서는 동일/유사한 도면 부호를 붙였다.

[0016] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 “부” 등은 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여 되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략하였다.

[0017] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉 또는 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결(접속, 접촉 또는 결합)"되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결

(접속, 접촉 또는 결합)"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함(구비 또는 마련)"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 "포함(구비 또는 마련)"할 수 있다는 것을 의미한다.

[0018] 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 나타내는 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용되며, 구성 요소들의 순서나 관계를 제한하지 않는다. 예를 들어, 본 발명의 제1구성요소는 제2구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2구성요소도 제1구성 요소로 명명될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 단수 표현의 형태들은 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 표현의 형태들도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

[0019] 이하에서 설명되는 통신 모듈은 다른 네트워크 장치와 유무선 연결을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호와 같은 신호를 송수신하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 장치를 포함할 수 있다. 또한, 메모리는 통신 모듈로 입력되는 정보 및 데이터, 프로세서에 의해 수행되는 기능에 필요한 정보 및 데이터, 프로세서의 실행에 따라 생성된 데이터 중 적어도 어느 하나 이상을 저장할 수 있다. 메모리는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력을 필요로 하는 휘발성 저장장치를 통칭하는 것으로 해석되어야 한다. 메모리는 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치 외에 자기 저장 매체(magnetic storage media) 또는 플래시 저장 매체(flash storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다. 프로세서는 데이터를 제어 및 처리하는 다양한 종류의 장치들을 포함할 수 있다. 프로세서는 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 일 예에서, 프로세서는 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 형태로 구현될 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프 인식 모델 생성 장치(100)의 구성을 도시한 블록도이고, 도 2는 파이프 인식 모델 생성 장치(100)에 의해 인공지능 모델을 훈련시키는 것에 대한 일례를 나타낸 도면이다.

[0021] 도 1 및 도 2를 함께 참조하면, 파이프 인식 모델 생성 장치(100)는 적어도 하나의 프로세서(130) 및 메모리(140)를 포함하고, 통신 모듈(110) 및 데이터베이스(120)를 더 포함할 수 있다.

[0022] 통신 모듈(110)은 외부 장치 또는 서버와 정보 송수신을 수행하여 파이프 인식 모델 생성에 필요한 데이터를 송수신할 수 있다.

[0023] 데이터베이스(120)는 파이프 인식 모델 생성에 필요한 데이터가 저장되는 곳일 수 있다. 데이터베이스(120)는 메모리(140)의 일부 영역에 구축되거나 별도의 하드웨어로 구현될 수 있다.

[0024] 프로세서(130)는 메모리(140)에 저장된 코드에 따라 동작을 수행한다.

[0025] 메모리(140)는 프로세서(130)와 전기적으로 연결되고, 프로세서(130)에서 수행되는 적어도 하나의 코드가 저장된다. 메모리(140)는 프로세서(130)를 통해 실행될 때 프로세서(130)가 다음과 같은 기능 및 절차들을 수행하도록 야기하는 코드를 저장한다.

[0026] 메모리(140)는 파이프(210)가 배치된 구조물의 외관 영상(200) 및 외관 영상(200)에서 파이프(210)를 라벨링한 라벨링 이미지(300)를 포함하는 훈련 데이터를 획득하도록 야기하는 코드를 저장한다. 파이프(210)가 배치된 구조물의 외관 영상(200)은 제조설비와 같은 구조물의 지붕 외관 영상일 수 있다. 외관 영상(200)에는 파이프(210) 외에 파이프 고정부(220) 및 배수로(230) 등 다양한 설비가 나타나 있을 수 있다.

[0027] 메모리(140)는 훈련 데이터를 기초로, 측정 대상 구조물의 외관 영상으로부터 영상 내 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델(400)을 생성하도록 야기하는 코드를 저장한다. 보다 상세하게는, 메모리(140)는 외관 영상(200)에 기 설정된 알고리즘을 적용하여 외관 영상(200)의 파이프(210)를 객체분할한 파이프 이미지(500)를 생성하도록 야기하는 코드를 저장한다. 파이프 이미지(500)는 외관 영상(200)의 파이프(210)를 객체분할한 파이프 선의 세그멘트 이미지일 수 있다. 메모리(140)는 파이프 이미지(500)와 외관 영상(200)에 대응되는 라벨링 이미지(300)를 비교하여 오차 값(600)을 도출하도록 야기하는 코드를 저장한다. 오차 값(600)은 공간 일관성 손실(Spatial Consisteny Los)에 대한 값일 수 있다. 메모리(140)는 오차 값(600)이 최소값이 되도록 기 설정된 알고리즘을 수정하여 인공지능 모델(400)을 훈련시키도록 야기하는 코드를 저장한다. 인공지능 모델(400)은 딥 러닝 모델일 수 있다. 인공지능 모델(400)은 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network,

CNN)를 사용하며, 보다 상세하게는, 인공지능 모델(400)은 Spatial CNN일 수 있다.

[0028] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 파이프 인식 모델 생성 방법을 설명하는 동작 흐름도이고, 도 4는 파이프 인식 모델 생성 방법의 단계들이 포함하는 세부 단계들을 나타낸 흐름도이다. 이하에서 도 3 및 도 4를 참조하여, 파이프 인식 모델 생성 방법을 설명하도록 한다. 이하에서 설명될 파이프 인식 모델 생성 방법의 각 단계들은 앞서 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 심장 파이프 인식 모델 생성 장치(100)에 의해 수행될 수 있다. 따라서, 앞서 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 본 발명의 실시예에 대한 내용은 이하에서 설명될 실시예에도 동일하게 적용될 수 있으며, 이하에서 상술한 설명과 중복되는 내용은 생략하도록 한다. 이하에서 설명되는 단계들은 반드시 순서대로 수행되어야 하는 것은 아니고, 단계들의 순서는 다양하게 설정될 수 있으며, 단계들은 거의 동시에 수행될 수도 있다.

[0029] 도 3을 참조하면, 파이프 인식 모델 생성 방법은 데이터 획득 단계(S1100) 및 인공지능 모델 생성 단계(S1200)를 포함한다.

[0030] 데이터 획득 단계(S1100)는 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상 및 외관 영상에서 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 포함하는 훈련 데이터를 획득하는 단계이다. 인공지능 모델 생성 단계(S1200)는 훈련 데이터를 기초로, 측정 대상 구조물의 외관 영상으로부터 영상 내 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 생성하는 단계이다.

[0031] 도 4를 참조하면, 인공지능 모델 생성 단계(S1200)는 객체 분할 단계(S2110), 오차 도출 단계(S1220) 및 알고리즘 수정 단계(S1230)를 포함한다.

[0032] 객체 분할 단계(S2110)는 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상에 기 설정된 알고리즘을 적용하여 외관 영상 내의 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하는 단계이다. 오차 도출 단계(S1220)는 파이프 이미지와 외관 영상에 대응되는 라벨링 이미지를 비교하여 오차 값을 도출하는 단계이다. 알고리즘 수정 단계(S1230)는 오차 값이 최소값이 되도록 기 설정된 알고리즘을 수정하여 인공지능 모델을 훈련시키는 단계이다.

[0033] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 파이프 이상 영역 판단 시스템(700)을 나타낸 도면이고, 도 6은 인공지능 모델에 의해 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하는 것에 대한 일례를 나타낸 도면이고, 도 7은 파이프 이상 영역 판단 시스템(700)에 의해 파이프의 상태 이상 여부를 판단하는 것에 대한 일례를 나타낸 도면이다.

[0034] 도 5 내지 도 7을 함께 참조하면, 파이프 이상 영역 판단 시스템(700)은 적어도 하나의 프로세서(730) 및 메모리(740)를 포함하고, 통신 모듈(710) 및 데이터베이스(720)를 더 포함할 수 있다.

[0035] 통신 모듈(710)은 외부 장치 또는 서버와 정보 송수신을 수행하여 파이프 이상 영역 판단에 필요한 데이터를 송수신할 수 있다.

[0036] 데이터베이스(720)는 파이프 이상 영역 판단에 필요한 데이터가 저장되는 곳일 수 있다. 데이터베이스(720)는 메모리(740)의 일부 영역에 구축되거나 별도의 하드웨어로 구현될 수 있다.

[0037] 프로세서(730)는 메모리(740)에 저장된 코드에 따라 동작을 수행한다. 메모리(740)는 프로세서(730)와 전기적으로 연결되고, 프로세서(730)에서 수행되는 적어도 하나의 코드가 저장된다. 메모리(740)는 프로세서(730)를 통해 실행될 때 프로세서(730)가 다음과 같은 기능 및 절차들을 수행하도록 야기하는 코드가 저장된다.

[0038] 메모리(740)는 파이프(810)가 배치된 구조물의 외관 영상(800)을 획득하도록 야기하는 코드를 저장한다. 메모리(740)는 훈련용 구조물의 외관 영상을 포함하는 훈련 데이터를 기초로 특정 구조물의 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델(900)을 통해 외관 영상(800)으로부터 파이프(810)를 객체분할한 파이프 이미지(1000)를 생성하도록 야기하는 코드를 저장한다.

[0039] 메모리(740)는 파이프 이미지(1000)로부터 파이프의 윤곽을 표시한 윤곽 이미지(1100)를 생성하도록 야기하는 코드를 저장한다. 보다 상세하게는, 메모리(740)는 파이프 이미지(1000)에서 픽셀의 기울기 값이 기 설정된 범위에 포함되는 픽셀을 파이프의 윤곽으로 검출하도록 야기하는 코드를 저장한다. 픽셀의 기울기 값이 기 설정된 범위에 포함되는 픽셀을 파이프의 윤곽으로 검출하도록 하는 것은 캐니 에지 디텍션(Canny Edge Detection) 알고리즘을 이용한 방식일 수 있다. 윤곽 이미지(1100)는 파이프의 선 윤곽이 표시된 이미지이다.

[0040] 메모리(740)는 윤곽 이미지(1100)를 기초로 파이프의 상태 이상 여부를 판단하도록 야기하는 코드를 저장한다. 보다 상세하게는, 메모리(740)는 윤곽 이미지(1100)에 허프 변환(Hough Transform) 알고리즘 및 이력 현상

(Hyteresis) 알고리즘 중 적어도 하나 이상을 적용하여 파이프의 윤곽 중 직선 윤곽(1210)을 검출하도록 야기하는 코드를 저장한다. 메모리(740)는 윤곽 이미지(1100)에 허프 변환 알고리즘을 적용하여 파이프의 윤곽 중 직선 윤곽(1210)을 1차 검출(1200-1)하고, 직선 윤곽(1210)이 1차 검출된 윤곽 이미지(1100)에 이력 현상 알고리즘을 적용하여 파이프 윤곽 중 직선 윤곽(1210)을 2차 검출(1200-2)하도록 야기하는 코드를 저장할 수 있다. 윤곽 이미지(1100)에 허프 변환 알고리즘만 적용할 경우, 윤곽 이미지(1100) 내의 파이프 윤곽 중 모든 직선 윤곽(1210)이 검출되지 않을 가능성이 있다. 그래서 1차로 윤곽 이미지(1100)에 허프 변환 알고리즘을 적용하고 2차로 이력 현상 알고리즘을 적용하면 윤곽 이미지(1100)의 모든 직선 윤곽(1210) 도출이 가능하다.

[0041] 메모리(740)는 윤곽 이미지(1100)에서 직선 윤곽(1210)울 제거한 결과 이미지(1300)를 생성하도록 야기하는 코드를 저장한다. 메모리(740)는 결과 이미지(1300) 상에 파이프의 윤곽이 존재할 경우, 해당 파이프의 윤곽을 파이프 이상 영역으로 판단하도록 야기하는 코드를 저장한다. 파이프가 배치된 구조물에서 파이프가 구부러져 있거나, 파이프 배치가 이상한 영역을 판단하기 위해 정상적인 파이프를 윤곽 이미지(1100) 상에서 인식하여 제거함으로써, 휜 파이프만 표시되는 결과 이미지(1300)를 생성하고, 결과 이미지(1300)를 통해 파이프 이상 여부를 판단할 수 있다.

[0042] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 파이프 이상 영역 판단 방법을 설명하는 동작 흐름도이고, 도 9는 파이프 이상 영역 판단 방법의 단계들이 포함하는 세부 단계들을 나타낸 흐름도이다. 이하에서 도 8 및 도 9를 참조하여, 파이프 이상 영역 판단 방법을 설명하도록 한다. 이하에서 설명될 파이프 이상 영역 판단 방법의 각 단계들은 앞서 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명한 파이프 이상 영역 판단 시스템(700)에 의해 수행될 수 있다. 따라서, 앞서 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명한 본 발명의 실시예에 대한 내용은 이하에서 설명될 실시예에도 동일하게 적용될 수 있으며, 이하에서 상술한 설명과 중복되는 내용은 생략하도록 한다. 이하에서 설명되는 단계들은 반드시 순서대로 수행되어야 하는 것은 아니고, 단계들의 순서는 다양하게 설정될 수 있으며, 단계들은 거의 동시에 수행될 수도 있다.

[0043] 도 8을 참조하면, 파이프 이상 영역 판단 방법은 영상 획득 단계(S2100), 파이프 이미지 생성 단계(S2200), 윤곽 이미지 생성 단계(S2300) 및 이상 여부 판단 단계(S2400)를 포함한다.

[0044] 영상 획득 단계(S2100)는 파이프가 배치된 구조물의 외관 영상을 획득하는 단계이다. 파이프 이미지 생성 단계(S2200)는 훈련용 구조물의 외관 영상을 포함하는 훈련 데이터를 기초로 특정 구조물의 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 이미지를 출력하도록 훈련된 인공지능 모델을 통해 외관 영상으로부터 파이프를 객체분할한 파이프 이미지를 생성하는 단계이다. 훈련 데이터는 훈련용 외관 영상에서 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 더 포함한다. 인공지능 모델은 훈련용 외관 영상에서 기 설정된 객체분할 알고리즘을 적용하여 파이프를 객체분할한 예측 이미지를 생성하고, 예측 이미지와 훈련용 외관 영상에 대응되는 라벨링 이미지의 오차가 최소값이 되도록 훈련된 모델이다. 인공지능 모델은 파이프 인식 모델 생성 장치에 의해 훈련되어 생성된 모델이다.

[0045] 윤곽 이미지 생성 단계(S2300)는 파이프 이미지로부터 파이프의 윤곽을 표시한 윤곽 이미지를 생성하는 단계이다. 보다 상세하게는, 윤곽 이미지 생성 단계(S2300)는 파이프 이미지에서 픽셀 기울기 값이 기 설정된 범위에 포함되는 픽셀을 파이프의 윤곽으로 검출하는 단계를 포함한다. 이상 여부 판단 단계(S2400)는 윤곽 이미지를 기초로 파이프의 상태 이상 여부를 판단하는 단계이다.

[0046] 도 9를 참조하면, 이상 여부 판단 단계(S2400)는 직선 윤곽 검출 단계(S2410), 결과 이미지 생성 단계(S2420) 및 이상 영역 판단 단계(S2430)를 포함한다. 직선 윤곽 검출 단계(S2410)는 윤곽 이미지에 허프 변환 알고리즘 및 이력 현상 알고리즘 중 적어도 하나 이상을 적용하여 파이프의 윤곽 중 직선 윤곽을 검출하는 단계이다. 결과 이미지 생성 단계(S2420)는 윤곽 이미지에서 직선 윤곽을 제거한 결과 이미지를 생성하는 단계이다. 이상 영역 판단 단계(S2430)는 결과 이미지 상에 파이프의 윤곽이 존재할 경우, 해당 파이프의 윤곽을 파이프 이상 영역으로 판단하는 단계이다.

[0047] 이상 지금까지 설명한 본 발명의 실시예들에 따른 파이프 인식 모델 생성 방법 및 파이프 이상 영역 판단 방법은, 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[0048] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 상술한 설명을 기초로 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해되어야만 한다. 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다. 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0049] 100: 파이프 인식 모델 생성 장치

110: 통신 모듈 120: 데이터베이스

130: 프로세서 140: 메모리

200: 구조물의 외관 영상

210: 파이프 220: 파이프 고정부

230: 배수로

300: 라벨링 이미지

400: 인공지능 모델

500: 파이프 이미지

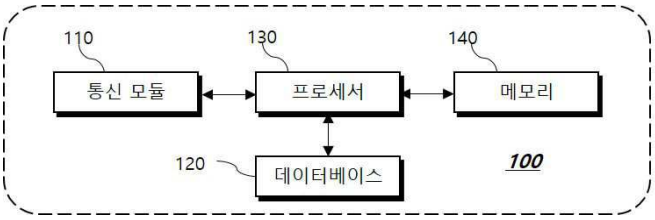
700: 파이프 이상 영역 판단 시스템

710: 통신 모듈 720: 데이터베이스

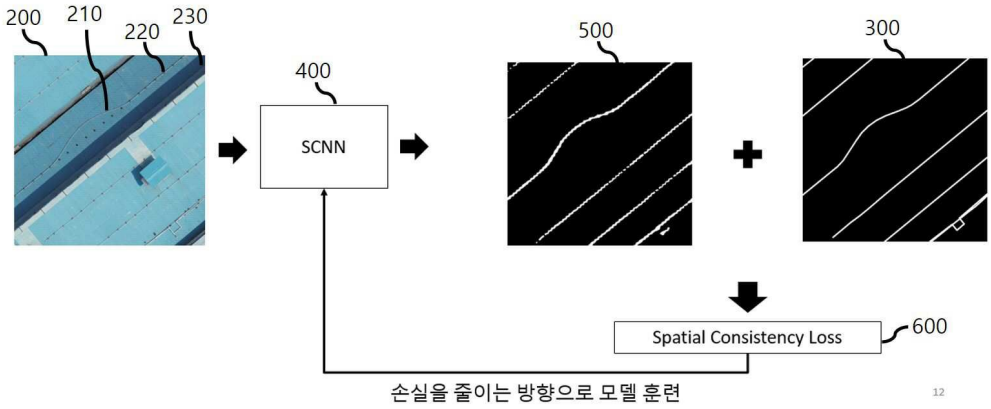
730: 프로세서 740: 메모리

도면

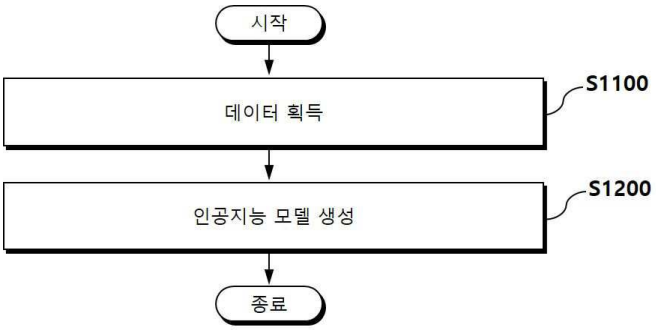
도면1



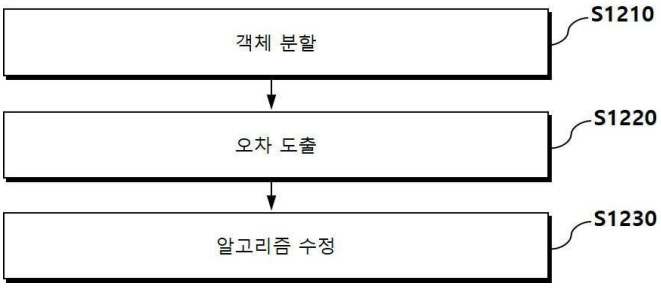
도면2



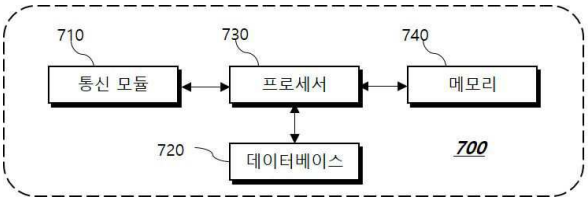
도면3



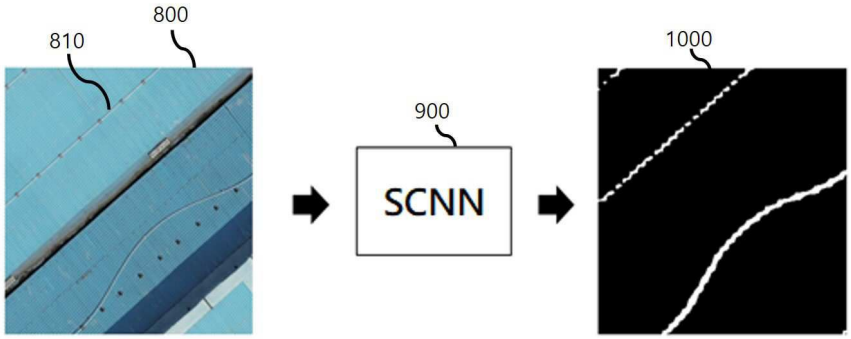
도면4



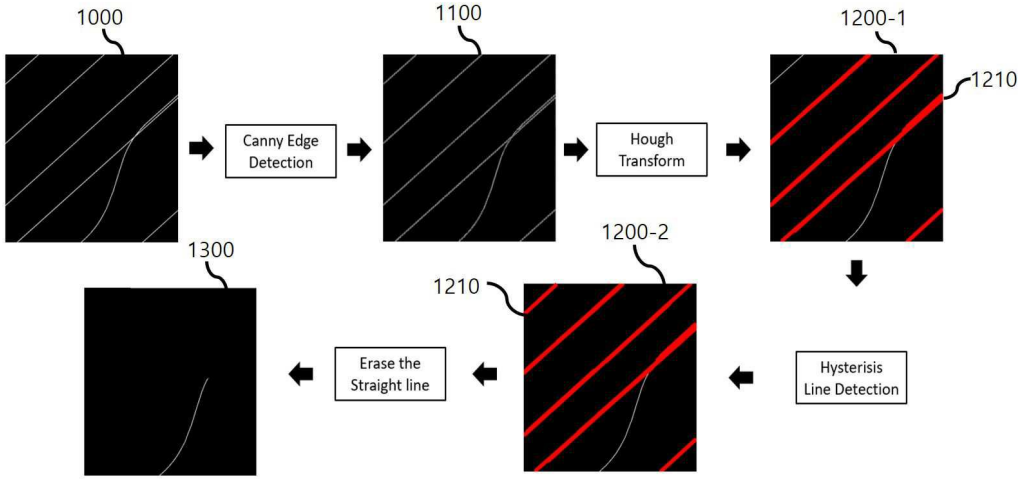
도면5



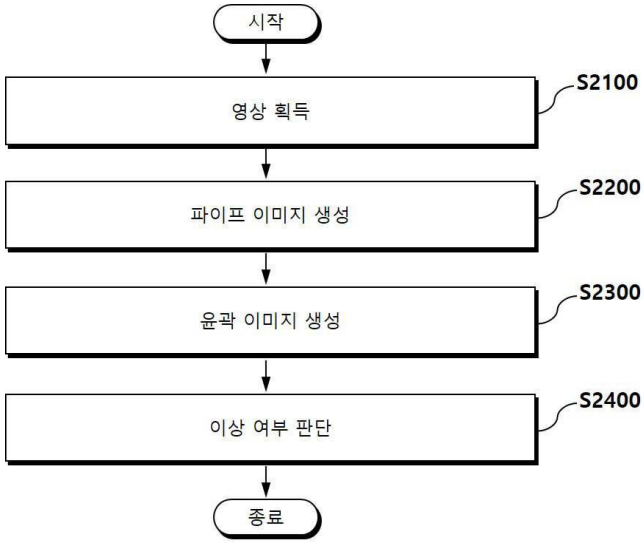
도면6


800
810
900
SCNN
1000

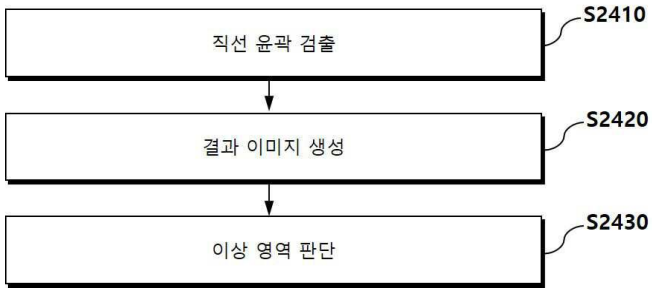
도면7


1000
Canny Edge Detection
1100
Hough Transform
1200-1
1210
Hysterisis Line Detection
1200-2
1210
Erase the Straight line
1300

도면8


시작
영상 획득
S2100
파이프 이미지 생성
S2200
윤곽 이미지 생성
S2300
이상 여부 판단
S2400
종료

도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10

【변경전】

제9항에 있어서,

상기 훈련 데이터는, 상기 훈련용 구조물의 외관 영상에서 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 더 포함하고, 그리고,

상기 인공지능 모델은 상기 외관 영상에 기 설정된 객체분할 알고리즘을 적용하여 파이프를 객체분할한 예측 이미지를 생성하고, 상기 예측 이미지와 상기 훈련용 외관 영상에 대응되는 라벨링 이미지의 오차가 최소값이 되도록 훈련된 것인, 파이프 이상 영역 판단 시스템.

【변경후】

제9항에 있어서,

상기 훈련 데이터는, 상기 훈련용 구조물의 외관 영상에서 파이프를 라벨링한 라벨링 이미지를 더 포함하고, 그리고,

상기 인공지능 모델은 상기 외관 영상에 기 설정된 객체분할 알고리즘을 적용하여 파이프를 객체분할한 예측 이미지를 생성하고, 상기 예측 이미지와 상기 훈련용 구조물의 외관 영상에 대응되는 라벨링 이미지의 오차가 최소값이 되도록 훈련된 것인, 파이프 이상 영역 판단 시스템.