



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월03일
(11) 등록번호 10-2790384
(24) 등록일자 2025년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/10 (2012.01) B25J 11/00 (2006.01)
B25J 13/00 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)
B25J 5/00 (2006.01) G05D 1/246 (2024.01)
G06N 3/0985 (2023.01) G08B 21/18 (2006.01)
G16Y 20/10 (2020.01) G16Y 40/10 (2020.01)
H04N 7/18 (2023.01)

(52) CPC특허분류
G06Q 50/10 (2015.01)
B25J 11/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2024-0103011

(22) 출원일자 2024년08월02일

심사청구일자 2024년08월02일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020220085125 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 6 항

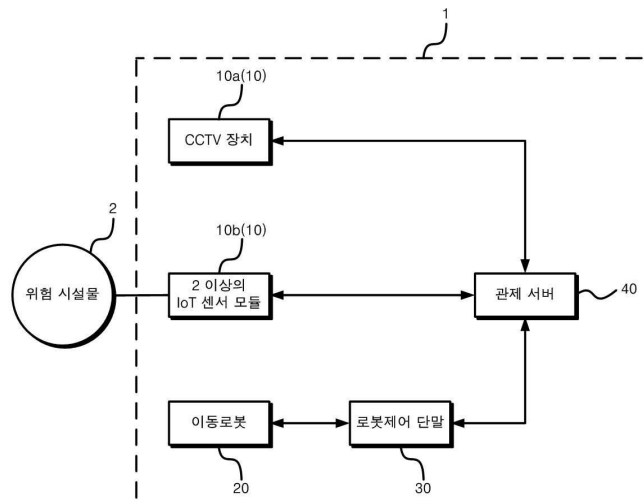
심사관 : 박재희

(54) 발명의 명칭 빅데이터 기술 및 인공지능 기술에 기초하여 위험 시설물에 대한 실시간 정보를 모니터링함과 함께 상기 위험 시설물의 안전사고를 관리하는 위험 시설물 관리 시스템

(57) 요약

빅데이터 기술 및 인공지능 기술에 기초하여 위험 시설물에 대한 실시간 정보를 모니터링함과 함께 상기 위험 시설물의 안전사고를 관리하는 위험 시설물 관리 시스템이 개시된다. 개시된 시스템은, 위험 시설물에 직접 설치 또는 인근에 설치되어 상기 위험 시설물의 제1 안전감시 데이터를 획득하는 복수의 안전감시 획득장치와, 상기 위험 시설물의 육안 안전감시가 불가능한 비감시 구역을 주행하여 상기 위험 시설물의 제2 안전감시 데이터를 획득하는 이동로봇과, 빅데이터 모듈 및 인공지능 모듈이 연동되어 동작하여 상기 제1 및 제2 안전감시 데이터를 기초로 상기 위험 시설물의 안전감시 결과를 도출하는 관제 서버를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B25J 13/006 (2013.01)
B25J 13/08 (2013.01)
B25J 5/00 (2013.01)
G05D 1/246 (2024.01)
G06N 3/0985 (2023.01)
G08B 21/182 (2013.01)
G16Y 20/10 (2020.01)
G16Y 40/10 (2020.01)
H04N 7/181 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020200139073 A
KR102644982 B1
KR1020210079052 A
KR1020230040195 A
KR102497919 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

위험 시설물에 직접 설치 또는 인근에 설치되어 상기 위험 시설물의 제1 안전감시 데이터를 획득하는 복수의 안전감시 획득장치;

상기 위험 시설물의 옥안 안전감시가 불가능한 비감시 구역을 주행하여 상기 위험 시설물의 제2 안전감시 데이터를 획득하는 이동로봇; 및

빅데이터 모듈 및 인공지능 모듈이 연동되어 동작하여 상기 제1 및 제2 안전감시 데이터를 기초로 상기 위험 시설물의 안전감시 결과를 도출하는 관제 서버;를 포함하되,

상기 위험 시설물은 액체 상태의 위험물을 저장하는 옥외탱크를 포함하고,

상기 관제 서버는, 상기 안전감시 결과가 미리 설정된 임계치를 초과하는 경우, 알림메시지를 상기 위험 시설물의 관리자에게 제공하고,

상기 복수의 안전감시 획득장치는 상기 옥외탱크의 인근에 설치되는 카메라 장치 및 상기 옥외탱크에 직접 설치되는 2 이상의 IoT 센서 모듈을 포함하되, 상기 카메라 장치는 제1 안전감시 데이터와 대응되는 상기 옥외탱크의 외형 이미지를 획득하고, 상기 2 이상의 IoT 센서 모듈은 제1 관성측정 센서, 온도도 센서, 액량 센서 및 가스 센서 중 적어도 하나의 센서를 구비하여 상기 제1 안전감시 데이터와 대응되는 상기 적어도 하나의 센서의 센싱값을 획득하며, 상기 2 이상의 IoT 센서 모듈 중 상기 제1 관성측정 센서를 포함하는 제1 IoT 센서 모듈은 상기 비감시 구역을 제외한 구역인 감시 구역에만 설치되고,

상기 이동로봇은 상기 옥외탱크의 벽면을 주행하는 벽면 주행형 로봇으로서, 상기 옥외탱크의 벽면의 일 영역에 대한 이미지인 영역 이미지를 촬영하는 내장 카메라 및 제2 관성측정 센서를 구비하되, 상기 제2 안전감시 데이터는 상기 영역 이미지 및 상기 제2 관성측정 센서의 센싱값이고,

상기 빅데이터 모듈 및 상기 인공지능 모듈의 연동 동작을 통해, 상기 관제 서버는, 상기 외형 이미지를 분석하여 지면의 수직선을 기준으로 한 상기 옥외탱크의 벽면에 대한 복수의 지점별 경사를 추론하고, 상기 복수의 지점별 경사 중 미리 설정된 임계 경사보다 큰 경사를 가지는 상기 벽면의 수직도 이상발생 가능지점의 존재 여부를 추론하는,

빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 수직도 이상발생 가능지점이 상기 감시 구역 내에 존재하는 경우, 상기 관제 서버는,

상기 수직도 이상발생 가능지점과 인접하게 설치된 상기 제1 IoT 센서 모듈의 상기 제1 관성측정 장치에서 측정된 경사에 기초하여 상기 수직도 이상발생 가능지점의 제1 경사를 산출하고,

상기 제1 경사가 상기 임계 경사보다 크면서 상기 수직도 이상발생 가능지점의 추론된 경사와 오차 범위 내에서 동일하면, 상기 수직도 이상발생 가능지점에서 상기 벽면의 수직도의 이상이 발생하였음을 알리는 제1 알림메시지를 관리자에게 제공하고,

상기 제1 경사가 상기 임계 경사보다 크지만 상기 수직도 이상발생 가능지점의 추론된 경사와 오차 범위 내에서 동일하지 않으면, 상기 제1 알림메시지를 상기 관리자에게 제공함과 함께 상기 수직도 이상발생 가능지점에서의

경사의 추론이 부정확한 것으로 판단하여 상기 인공지능 모듈의 인공지능 모델을 재학습하여 상기 인공지능 모델을 업데이트하고,

상기 제1 경사가 상기 임계 경사보다 작은 경우, 상기 경사의 추론이 부정확한 것으로 판단하여 상기 인공지능 모델을 재학습하여 상기 인공지능 모델을 업데이트하는,

빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수직도 이상발생 가능지점이 상기 비감시 구역 내에 존재하는 경우, 상기 관제 서버는,

상기 수직도 이상발생 가능지점을 경유지점으로 포함하는 상기 옥외탱크의 벽면에서의 상기 이동로봇의 주행 경로맵을 생성하고, 상기 주행 경로맵에 기초하여 주행하는 상기 이동로봇의 상기 제2 관성측정 장치에서 측정된 상기 수직도 이상발생 가능지점의 제2 경사를 수신하고,

상기 제2 경사가 상기 임계 경사보다 크면서 상기 수직도 이상발생 가능지점의 추론된 경사와 오차 범위 내에서 동일한 경우, 상기 수직도 이상발생 가능지점에서 상기 벽면의 수직도의 이상이 발생하였음을 알리는 제1 알림 메시지를 상기 관리자에게 제공하고,

상기 제2 경사가 상기 임계 경사보다 크지만 상기 수직도 이상발생 가능지점의 추론된 경사와 오차 범위 내에서 동일하지 않는 경우, 상기 제1 알림메시지를 상기 관리자에게 제공함과 함께 상기 수직도 이상발생 가능지점에서의 경사의 추론이 부정확한 것으로 판단하여 상기 인공지능 모듈의 인공지능 모델을 재학습하여 상기 인공지능 모델을 업데이트하고,

상기 제2 경사가 상기 임계 경사보다 작은 경우, 상기 경사의 추론이 부정확한 것으로 판단하여 상기 인공지능 모델을 재학습하여 상기 인공지능 모델을 업데이트하는,

빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

디스플레이부를 구비하고, 상기 주행 경로맵을 상기 관제 서버에서 수신하고, 상기 이동 로봇의 동작 제어신호를 상기 이동로봇으로 전송하는 로봇제어 단말;을 더 포함하되,

상기 동작 제어신호는, 점검자에 의한 상기 이동로봇의 수동 주행명령과 대응되는 제1 동작 제어신호와, 상기 점검자의 개입없이 상기 이동로봇의 동작을 제어하는 제2 동작 제어신호를 포함하고,

상기 이동로봇의 상기 제2 관성측정 센서는 절전 상태로 디폴트되고,

상기 로봇제어 단말은,

상기 이동로봇의 상기 내장 카메라에서 획득된 상기 영역 이미지를 상기 디스플레이부에 표시하고, 상기 주행 경로맵에 기초한 상기 이동로봇의 주행방향을 상기 영역 이미지에 오버랩되도록 상기 디스플레이부에 더 표시하며,

상기 벽면에서 주행하는 상기 이동로봇의 위치로부터 상기 수직도 이상발생 가능지점까지 도달하는데 예측되는 소요시간이 미리 설정된 임계시간보다 작아지는 경우, 상기 제2 관성측정 센서를 통한 상기 수직도 이상발생 가능지점에서의 경사측정 안내메시지를 미리 설정된 표시시간동안 상기 디스플레이부에 표시하고,

상기 이동로봇이 상기 수직도 이상발생 가능지점에 도달한 경우, 미리 설정된 정지시간동안 상기 이동로봇을 정지시킨 후 상기 제2 관성측정 센서를 웨이크업 상태로 변경하여 상기 벽면의 상기 제2 경사를 측정하도록 하는 상기 제2 동작 제어신호를 상기 이동로봇으로 전송하되, 상기 정지시간동안 상기 점검자의 수동 주행명령이 입력되어 상기 제1 동작 제어신호가 생성되면 상기 제1 동작 제어신호를 상기 이동로봇으로 전송하지 않고 상기

제2 동작 제어신호만을 상기 이동로봇으로 전송하고, 상기 정지시간이 경과하면 상기 제2 관성측정 센서가 상기 절전 상태로 변경되는,

빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 로봇제어 단말은,

상기 표시기간이 도래하기 직전 및 상기 표시기간 동안에 상기 영역 이미지 내에서 상기 수직도 이상과는 다른 이상이 발생되지 않은 것으로 판단된 경우, 상기 경사측정 안내메시지 중 상기 영역 이미지의 중앙 부분에 제1 크기를 가지는 제1 경사측정 안내메시지를 표시하고,

상기 표시기간이 도래하기 직전에 상기 다른 이상이 발생하는 것으로 판단된 경우, 상기 경사측정 안내메시지 중 상기 영역 이미지의 가장자리 부분에 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기를 가지는 제2 경사측정 안내메시지를 표시하고,

상기 표시기간 내의 제1 시간에서 상기 다른 이상이 발생하는 것으로 판단된 경우, 상기 표시기간의 시작시간과 상기 제1 시간 사이의 기간동안 상기 제1 경사측정 안내메시지를 표시하고, 상기 제1 시간과 상기 표시기간의 종료시간 사이의 기간동안 상기 제2 경사측정 안내메시지를 표시하는,

빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 빅데이터 모듈은 상기 제1 및 제2 안전감시 데이터의 수집, 저장, 처리 및 분석 중 적어도 하나가 수행된 빅데이터를 상기 인공지능 모듈로 전달하고, 상기 인공지능 모듈은 상기 빅데이터에 기초하여 학습 및 추론을 수행하고,

상기 인공지능 모듈은 상기 빅데이터 모듈의 상기 수집, 저장, 처리 및 분석과 관련된 인공지능 모델을 상기 빅데이터 모듈로 전달하여 상기 수집, 저장, 처리 및 분석 중 적어도 하나를 수행하는,

빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 빅데이터 기술 및 인공지능 기술에 기초하여 위험 시설물에 대한 실시간 정보를 모니터링함과 함께 상기 위험 시설물의 안전사고를 관리하는 위험 시설물 관리 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 배경 기술에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래 기술을 구성하는 것은 아니다.

[0004] 위험 시설물은 액체상태의 위험물(화학물질, 유해물질 등)의 저장탱크, 가스 설비 등과 같이 위험물을 처리, 저장 등을 관리하는 시설물이다. 위험 시설물에서의 화재, 폭발 등 안전사고가 발생하면 인명 및 재산 피해가 급증한다. 따라서, 위험 시설물의 안전사고를 예방하기 위해 위험 시설물이 모니터링되어야 한다. 하지만, 종래 기술의 경우, 재해 예방의 효과가 불확실하고, 안전 관리 업무의 중복성으로 인해 실무 적용성도 미흡하여 안전 관리자의 불만이 매우 큰 상황이다.

[0005] 한편, IoT(Internet of Things), 인공지능, 빅데이터 등 4차 산업혁명 기반 기술을 활용한 엔지니어링 산업 혁신은 국가제조경쟁력 향상의 필수 요소로 인식되고 있다. 산업인터넷 기술의 발전을 통해 기존에는 획득이 불

가능했던 다양한 종류의 데이터에 대한 실시간 수집이 가능해짐에 따라 데이터를 효율적으로 관리하고 해당 데이터로부터 의미있는 결과를 도출하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있고, 특히 빅데이터 기술 및 인공지능 기술이 활용되고 있다. 빅데이터 기술은 기존 데이터베이스로 처리할 수 있는 역량을 넘어서는 초대용량의 데이터를 수집, 저장, 처리, 분석하여 가치를 추출하는 기술을 의미한다. 인공지능 기술은 인간의 학습능력, 추론능력 및 지각능력 등의 일부 또는 전부를 컴퓨터 프로그램을 이용하여 인공적으로 구현하는 ICT(Information and Communications Technologies) 기술을 의미한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2497919호(2023.02.06)
(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1774105호(2017.08.28)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 빅데이터 기술 및 인공지능 기술에 기반하여 위험 시설물에 대한 실시간 정보를 획득하여 모니터링하는 빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템은, 위험 시설물에 직접 설치 또는 인근에 설치되어 상기 위험 시설물의 제1 안전감시 데이터를 획득하는 복수의 안전감시 획득장치와, 상기 위험 시설물의 육안 안전감시가 불가능한 비감시 구역을 수행하여 상기 위험 시설물의 제2 안전감시 데이터를 획득하는 이동로봇과, 빅데이터 모듈 및 인공지능 모듈이 연동되어 동작하여 상기 제1 및 제2 안전감시 데이터를 기초로 상기 위험 시설물의 안전감시 결과를 도출하는 관제 서버를 포함한다. 이 때, 상기 빅데이터 모듈은 상기 제1 및 제2 안전감시 데이터의 수집, 저장, 처리 및 분석 중 적어도 하나가 수행된 빅데이터를 상기 인공지능 모듈로 전달하고, 상기 인공지능 모듈은 상기 빅데이터에 기초하여 학습 및 추론을 수행하고, 상기 인공지능 모듈은 상기 빅데이터 모듈의 상기 수집, 저장, 처리 및 분석과 관련된 인공지능 모델을 상기 빅데이터 모듈로 전달하여 상기 수집, 저장, 처리 및 분석 중 적어도 하나를 수행한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명에 따르면, 빅데이터 및 인공지능 기술에 기반하여 관리자가 위험 시설물을 직접 점검하지 않아도 위험 시설물의 모니터링이 가능하고, 이에 따라 위험 시설물의 안전사고를 획기적으로 감소시킬 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명에 따르면, 디지털 시스템 분석만으로도 위험 시설물의 위험요소를 사전에 파악하고 대응하여 안전사고를 방지할 수 있고, 디지털화로 인한 불필요한 인원채용 등 비용을 절감하여 경쟁력을 확보할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.
- 도 2는 위험 시설물의 일례를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라서, 위험 시설물이 옥외탱크인 경우에서의 이동로봇 및 로봇제어 단말의 일례를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 관제 서버의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라서, 위험 시설물이 옥외탱크인 경우의 벽면 경사도 이상 발생의 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라서, 옥외탱크의 벽면 경사를 모니터링하여 사고를 예방하는 위험 시설물 관리 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라서, 이동로봇을 제어하는 로봇제어 단말의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0019] "제1", "제2" 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0020] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0021] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0022] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0023] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템(1)의 개략적인 구성을 도시한 도면이고, 도 2는 위험 시설물(2)의 일례를 도시한 도면이다.
- [0026] 도 1에서 설명하는 빅데이터 및 인공지능 기반의 위험 시설물 관리 시스템(1)은 빅데이터 및 인공지능 기술에 기반하여 위험 시설물(2)의 안전사고의 발생을 관리 및 모니터링하는 시스템일 수 있다.
- [0027] 도 2를 참조하면, 위험 시설물(2)은 액체상태의 위험물(화학물질, 유해물질 등)을 저장하는 위험물 옥외탱크(도 2의 (a)), 위험물 제조소(도 2의 (b)), 위험물 일반 취급소(도 2의 (c)) 등을 포함할 수 있다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 위험 시설물 관리 시스템(1)은 복수의 안전감시 획득장치(10), 이동로봇(20), 로봇제어 단말(30) 및 관제 서버(40)를 포함할 수 있다.
- [0029] 복수의 안전감시 획득장치(10)는 위험 시설물(2)에 직접 설치 또는 인근에 설치되어 위험 시설물(2)의 제1 안전감시 데이터를 획득하여 관제 서버(40)로 전송할 수 있다.
- [0030] 복수의 안전감시 획득장치(10)는 위험 시설물(2)의 인근에 설치되어 위험 시설물(2)의 외형에 대한 이미지, 즉

외형 이미지를 획득하는 카메라 장치인 CCTV 장치(10a)를 포함할 수 있다. CCTV 장치(10a) 내에는 제1 유/무선 통신 모듈이 더 포함될 수 있고, 제1 유/무선 통신 모듈을 통해 촬영된 외형 이미지를 관제 서버(20)로 전송할 수 있다. 이 때, 외형 이미지는 제1 안전감시 데이터와 대응될 수 있다.

[0031] 또한, 복수의 안전감시 획득장치(10)는 위험 시설물(2)에 직접 설치되는 2 이상의 IoT 센서 모듈(10b)을 더 포함할 수 있다. IoT 센서 모듈(10b)은 적어도 하나의 센서 및 제2 유/무선 통신 모듈을 포함할 수 있다. IoT 센서 모듈(10b)은, 적어도 하나의 센서를 통해 센싱값을 획득(측정)하고, 제2 유/무선 통신 모듈을 통해 센싱값을 관제 서버(40)로 전송할 수 있다. 이 때, 적어도 하나의 센서에서 측정되는 센싱값은 제1 안전감시 데이터와 대응될 수 있다.

[0032] 실시예에 따르면, 적어도 하나의 센서는 위험 시설물(2) 내외부의 온습도를 측정하는 온습도 센서, 유해가스를 측정하는 가스 센서 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 특히, 위험 시설물(2)이 옥외탱크(2)인 경우, 적어도 하나의 센서는 옥외탱크(2)의 지붕면 및/또는 벽면의 경사(기울기)를 측정하는 제1 관성측정(IMU: Inertial Measurement Unit) 센서 및 옥외탱크(2)에 저장된 위험물의 양을 측정하는 액량 센서 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0033] 한편, 2 이상의 IoT 센서 모듈(10b) 중에서 제1 관성측정 센서를 포함하는 제1 IoT 센서 모듈(10b)은 위험 시설물(2)을 관리하는 관리자가 눈으로 직접 안전을 감시할 수 있는 구역인 육안 감시 구역에 설치될 수 있다. 즉, 센서의 구동 전력의 공급 등의 특별한 제약에 따라 제1 IoT 센서 모듈(10b)은 관리자의 손에 닿고 직접 감시할 수 있는 구역인 육안 감시 구역에서 설치될 수 있다. 그리고, 육안 감시 구역을 제외한 구역은 육안 비감시 구역으로 호칭될 수 있다. 즉, 육안 비감시 구역은 관리자가 눈으로(즉, 육안으로) 직접 안전을 감시할 수 없는 구역을 의미할 수 있다.

[0034] 이동로봇(20)은 위험 시설물(2)의 육안 비감시 구역을 주행하여 위험 시설물(2)의 제2 안전감시 데이터를 획득하여 관제 서버(40)로 전송할 수 있다. 즉, 이동로봇(20)은 관리자가 육안으로 위험 시설물(2)의 안전을 감시할 수 없는 구역으로 주행하여 제2 안전감시 데이터를 획득할 수 있다.

[0035] 이동로봇(20)은 내장 카메라 및 제3 유/무선 통신 모듈을 포함할 수 있다. 내장 카메라는 육안 비감시 구역의 일 영역에 대한 영역 이미지를 촬영할 수 있고, 제3 유/무선 통신 모듈은 영역 이미지를 로봇제어 단말(30)로 전송할 수 있다. 이 때, 내장 카메라에서 촬영되는 영역 이미지는 제2 안전감시 데이터와 대응될 수 있다.

[0036] 특히, 위험 시설물(2)이 옥외탱크(2)인 경우, 이동로봇(20)은 옥외탱크(2)의 지붕면 및/또는 벽면을 주행하는 로봇일 수 있다. 이 경우, 이동로봇(20)은 상술한 내장 카메라와 함께 옥외탱크(2)의 외부의 벽면의 경사를 측정하는 제2 관성측정 센서를 더 포함할 수 있다. 즉, 제2 관성측정 센서는 육안 비감시 구역에 대한 옥외탱크(2)의 벽면의 경사를 측정할 수 있고, 측정된 경사에 기초하여 옥외탱크(2)의 수평도 및 수직도가 추론될 수 있다. 이 때, 영역 이미지 및 제2 관성측정 센서의 센싱값은 제2 안전감시 데이터와 대응될 수 있다.

[0037] 로봇제어 단말(30)은 프로세서 기반의 장치로서, 디스플레이부(31)를 포함할 수 있다. 로봇제어 단말(30)은 이동로봇(20)에서 획득한 제2 안전감시 데이터를 수신하여 표시할 수 있고, 이동로봇(20)의 동작 제어신호를 생성하여 이동로봇(20)으로 전송할 수 있다. 이동로봇(20)은 동작 제어신호에 기초하여 동작이 제어될 수 있다. 한편, 로봇제어 단말(30)은 수신한 영역 이미지를 관제 서버(40)로 전송할 수 있다.

[0038] 이 때, 로봇제어 단말(30)은 관제 서버(40)와 연동하여 동작 제어신호를 생성할 수 있다. 일례로, 후술하는 바와 같이, 로봇제어 단말(30)은 관제 서버(40)로부터 이동로봇(20)의 주행 경로맵을 수신할 수 있고, 주행 경로맵에 기초하여 이동로봇(20)의 주행을 제어할 수 있다.

[0039] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라서, 위험 시설물(2)이 옥외탱크(2)인 경우에서의 이동로봇(20) 및 로봇제어 단말(30)의 일례를 도시한 도면이다.

[0040] 도 3을 참조하면, 상술한 바와 같이, 이동로봇(20)은 옥외탱크(2)의 지붕면 및/또는 벽면을 주행할 수 있는 로봇으로서, 이동로봇(20)의 바퀴에는 자석(전자석)(21)이 구비되어 있고, 이를 통해 금속 재질인 옥외탱크(2)의 지붕면 및/또는 벽면을 주행할 수 있다.

[0041] 또한, 이동로봇(20)은 영역 이미지를 획득하기 위한 내장 카메라(22)를 포함할 수 있고, 획득된 영역 이미지는 로봇제어 단말(30)로 전송될 수 있다. 로봇제어 단말(30)은 수신된 영역 이미지(31a)를 관제 서버(40)로 전송함과 함께 영역 이미지(31a)를 디스플레이부(31)에 표시할 수 있다. 한편, 로봇제어 단말(30)은 이동로봇(20)을 관리하는 점검자가 이동로봇(20)의 주행을 수동으로 제어하기 위한 버튼, 조이스틱 등을 더 구비할 수 있다.

- [0042] 다시, 도 1을 참조하면, 관제 서버(40)는, 프로세서 기반의 장치로서, 제1 및 제2 안전감시 데이터를 기초로 위험 시설물(2)의 안전사고의 발생 등을 관리하고 모니터링함으로써 안전감시 결과를 도출할 수 있다. 관제 서버(40)는, 안전감시 결과가 미리 설정된 임계치를 초과하는 경우, 알림메시지를 위험 시설물(2)의 관리자에게 제공할 수 있다. 알림메시지를 확인한 관리자는 위험 시설물(2)에 발생할 수 있는 이상 현상에 대해 필요한 조치를 취할 수 있다.
- [0043] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 관제 서버(40)의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.
- [0044] 도 4를 참조하면, 관제 서버(40)는 제4 유/무선 통신 모듈(41), 빅데이터 모듈(42), 인공지능 모듈(43) 및 제어 모듈(44)을 포함할 수 있다.
- [0045] 제4 유/무선 통신 모듈(41)은 제1 및 제2 안전감시 데이터를 수신할 수 있다. 빅데이터 모듈(42) 및 인공지능 모듈(43)은 서로 연동되어 동작하여 제1 및 제2 안전감시 데이터를 기초로 위험 시설물(2)의 안전감시 결과(위험성 점검 및 검사 결과 등)를 도출할 수 있다. 제어 모듈(44)은 CCTV 장치(10a), 2 이상의 IoT 센서 모듈(10b) 및 이동로봇(20)의 제어 동작을 수행할 수 있다.
- [0046] 특히, 빅데이터 모듈(42)은 빅데이터를 구축하는 모듈로서, 제1 및 제2 안전감시 데이터의 수집, 저장, 처리 및 분석을 수행하여 빅데이터를 생성할 수 있다. 그리고, 인공지능 모듈(43)은 빅데이터에 기초하여 학습 과정 및 추론 과정을 수행할 수 있다.
- [0047] 빅데이터 모듈(42)과 인공지능 모듈(43)은 서로 연동되어 동작할 수 있다. 즉, 빅데이터 모듈(42)은 수집, 저장, 처리 및 분석 중 적어도 하나가 수행된 빅데이터를 인공지능 모듈(43)로 전달할 수 있고, 인공지능 모듈(43)은 수집, 저장, 처리 및 분석 중 적어도 하나가 수행된 빅데이터에 기초하여 학습, 추론을 수행할 수 있다. 또한, 인공지능 모듈(43)은 빅데이터 모듈(42)의 수집, 저장, 처리 및 분석 중 적어도 하나와 관련된 인공지능 모델을 빅데이터 모듈로 전달할 수 있고, 빅데이터 모듈(42)은 인공지능 모델에 기초하여 수집, 저장, 처리 및 분석 중 적어도 하나를 수행할 수 있다.
- [0048] 도 4를 참조하면, 빅데이터 모듈(42)은 빅데이터 수집 수단(421), 빅데이터 저장 수단(422), 빅데이터 처리 수단(423) 및 빅데이터 분석 수단(424)을 포함할 수 있다.
- [0049] 빅데이터 수집은 빅데이터를 분석할 때 분석 품질을 결정하는데 중요한 핵심 단계로서, 빅데이터 수집 수단(421)은 대상 데이터가 수집이 가능하고 사용이 가능한지의 여부, 이용 목적에 맞는 세부 항목이 포함되어 있는지 여부를 고려하여 데이터를 수집할 수 있다.
- [0050] 빅데이터 저장 수단(422)은 데이터 수집 과정을 통해 확보된 빅데이터로부터 유용한 정보를 추출하기 위해 빅데이터를 효과적으로 저장 및 관리하는 동작을 수행할 수 있다. 즉, 빅데이터 저장 수단(422)은 수집된 데이터를 분석에 사용하기에 적합한 방식으로 안전하게 영구적인 방법으로 보관하며, 대용량의 다양한 형식의 데이터를 고성능으로 저장하고 필요한 경우 데이터를 검색하여 수정, 삭제 또는 원하는 내용을 읽어올 수 있다. 빅데이터 저장 수단(422)은 수집된 데이터를 전처리 및 후처리할 수 있으며, 미리 설정된 저장 모델을 이용하여 전처리 및 후처리된 데이터와, 전처리 및 후처리되지 않은 데이터를 저장할 수 있다. 빅데이터 저장 수단(422)은 클라우드 서버를 이용하여 빅데이터를 저장할 수 있다.
- [0051] 데이터의 전처리는 필터링, 유형변환, 정제를 포함할 수 있다. 필터링은 데이터 활용 목적에 맞지 않는 정보를 제거하는 과정이다. 이를 통해, 분석 시간이 단축되고, 저장 공간이 효율적으로 활용될 수 있다. 유형변환은 데이터의 유형을 변환하여 데이터의 분석이 용이한 형태로 변환하는 과정이다. 정제는 수집된 데이터의 불일치성을 교정하기 위한 과정으로서, 빠진값(missing value)을 처리하고 데이터 내의 노이즈를 제거하는 과정이다.
- [0052] 데이터의 후처리는 데이터 변환, 통합 및 축소를 포함할 수 있다. 데이터 변환은 다양한 형식으로 수집된 데이터를 분석에 용이하도록 일관성있는 형식으로 변환하는 과정으로서, 평활화(smoothing), 집계(aggregation), 일반화(generalization), 정규화(normalization), 속성생성(attribute/feature construction) 등을 포함한다. 데이터 통합은 상호 연관성이 있는 데이터를 하나로 결합하는 과정으로서, 연관관계 분석 등을 통해 중복 데이터를 검출 및 삭제하고, 서로 상반된 데이터 중 어느 하나를 선택하는 과정이다. 데이터 축소는 분석에 사용되지 않을 것으로 예상되는 불필요한 데이터들을 축소하되, 고유한 특성은 손상되지 않도록 하는 과정이다.
- [0053] 빅데이터 처리 수단(423)은 데이터 저장 수단(422)에 저장된 데이터를 일괄 처리 및 실시간 처리할 수 있고, 일괄 처리 및 실시간 처리된 데이터를 데이터 저장 수단(422)에 저장할 수 있다.
- [0054] 빅데이터 처리 수단(423)은, 대용량의 데이터에 기반을 둔 분석을 수행하기 위해 장기적이고 전략적으로 데이터

를 처리하여야 하며, 단순한 프로세싱 모델이 아닌 다양한 데이터 소스, 복잡한 로직 처리, 대용량 데이터 처리 등을 위해 처리의 복잡도가 가장 높고 통상적으로 분산 처리 기술을 필요로 한다. 빅데이터 처리 수단(423)은 지속적으로 발생하는 스트림 데이터를 실시적으로 처리함으로써 지연을 최소화하고, 사용자에게 실시간으로 데이터 분석 결과를 보여줄 수 있다.

- [0055] 빅데이터 분석 수단(424)은 미리 설정된 분석 모델(즉, 인공지능 모델)을 이용하여 데이터 처리 모듈(423)에서 처리된 데이터를 분석할 수 있다. 빅데이터를 분석하기 위한 분석 모델은, 통계학과 전산학, 특히 머신 러닝(기계학습)이나 데이터 마이닝 분야에서 사용되던 분석 기법들의 알고리즘을 개선한 모델일 수 있다.
- [0056] 인공지능 모듈(43)은 머신 러닝 모델 및/또는 딥러닝 모델과 대응되는 인공지능 모델에 빅데이터를 적용하여 학습 과정 및 추론 과정을 수행할 수 있다. 머신 러닝은 인공지능의 한 분야로, 컴퓨터에 명시적인 프로그램 없이 배울 수 있는 능력을 부여하는 연구 분야이다. 머신 러닝은, 경험적 데이터를 기반으로 학습을 하고 예측을 수행하고 스스로의 성능을 향상시키는 시스템과 이를 위한 알고리즘을 연구하고 구축하는 기술이다. 머신 러닝의 알고리즘들은 엄격하게 정해진 정적인 프로그램 명령들을 수행하는 것에 대신하여 입력 데이터를 기반으로 예측이나 결정을 이끌어내기 위해 특정한 모델을 구축하는 방식을 취한다.
- [0057] 딥러닝을 구성하는 인공 신경망은 복수의 레이어를 포함할 수 있고, 레이어들 각각은 복수의 뉴런(노드)을 포함할 수 있다. 또한, 인공 신경망은 뉴런과 뉴런을 연결하는 시냅스(synapse, 예지)를 포함할 수 있다. 즉, 인공 신경망은 시냅스의 결합으로 네트워크를 형성한 인공 뉴런이 학습을 통해 시냅스의 결합 세기를 변화시켜 문제 해결 능력을 가지는 모델 전반을 의미할 수 있다. 인공 신경망은 일반적으로 다음의 세가지 인자, 즉 다른 레이어의 뉴런들 사이의 연결 패턴, 시냅스의 가중치를 갱신하는 학습 과정, 이전 레이어로부터 수신되는 입력에 대한 가중 합으로부터 출력값을 생성하는 활성화 함수에 의해 정의될 수 있다. 인공 신경망은, DNN(Deep Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network), MLP(Multilayer Perceptron), CNN(Convolutional Neural Network)와 같은 방식의 네트워크 모델들을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0058] 한편, 위험 시설물(2)이 액체 상태의 위험물을 저장하는 옥외탱크(2)인 경우, 옥외탱크(2)의 벽면 경사의 수직도 이상 현상이 발생할 수 있다. 즉, 위험물이 저장된 옥외탱크(2)가 정상 상태이면(도 5의 (a)), 옥외탱크(2)의 벽면은 지면을 기준으로 수직하게 배치된다. 그러나, 위험물의 저장이 계속됨에 따라 옥외탱크(2)의 내부 공간에서 압력이 변화될 수 있고, 특히, 옥외탱크(2)의 내부 공간에서 음압이 높게 발생되면(도 5의 (b)), 옥외탱크(2)의 벽면이 기울어지는 등의 구조 변경이 발생하며, 이는 안전사고를 유발한다. 따라서, 관제 서버(40)는 옥외탱크(2)의 벽면의 경사를 실시간으로 모니터링하여 안전사고를 예방할 수 있다.
- [0059] 이하, 도 6 등을 참조하여 옥외탱크(2)의 수직도 변경에 따른 사고를 방지하는 안전사고 관리 시스템(1)의 동작을 보다 상세하게 설명한다.
- [0060] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라서, 옥외탱크(2)의 벽면의 경사를 모니터링하여 사고를 예방하는 안전사고 관리 시스템(1)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0061] 한편, 상술한 바와 같이, 관제 서버(40)의 빅데이터 모듈(42) 및 인공지능 모듈(43)은 서로 연동하여 동작할 수 있고, 옥외탱크(2)의 벽면의 경사를 측정하는 제1 관성측정 센서가 구비된 제1 IoT 센서 모듈(10b)은 옥안 감시 구역에 설치된다.
- [0062] CCTV 장치(10a)는 옥외탱크(2)에 대한 외형 이미지를 촬영하여 관제 서버(40)로 전송할 수 있다.
- [0063] 관제 서버(40)는 수신된 외형 이미지를 분석하여 지면의 수직선을 기준으로 한 옥외탱크(2)의 벽면에 대한 복수의 지점별 경사(즉, 수직도 경사)를 추론할 수 있다. 복수의 지점 각각은 서로 이격되어 위치하는 옥외탱크(2)의 벽면의 일 지점일 수 있다.
- [0064] 관제 서버(40)는 옥외탱크(2)의 벽면의 지점별 경사 중 미리 설정된 임계 경사보다 큰 경사를 가지는 벽면의 수직도 이상발생 가능지점의 존재 여부를 추론할 수 있다. 일례로, 임계 경사는 2° 이상 10° 이하의 어느 하나의 경사값을 가질 수 있다.
- [0065] 수직도 이상발생 가능지점이 발생되는 것으로 추론되었다면, 관제 서버(40)는 수직도 이상발생 가능지점이 옥안 감시 구역 내에 존재하는지 옥안 비감시 구역 내에 존재하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0066] 만약, 수직도 이상발생 가능지점이 옥안 감시 구역 내에 존재하는 경우, 관제 서버(40)는 수직도 이상발생 가능지점과 인접하게 설치된 적어도 하나의 제1 IoT 센서 모듈(10b)의 제1 관성측정 장치에서 측정된 경사에 기초하

여 수직도 이상발생 가능지점의 제1 경사를 산출할 수 있다. 일례로, 수직도 이상발생 가능지점이 2개의 제1 IoT 센서 모듈(10b)의 설치지점의 사이에 위치하는 경우, 수직도 이상발생 가능지점의 제1 경사는 2개의 제1 IoT 센서 모듈(10b) 각각의 측정 경사의 평균일 수 있다.

- [0067] 반대로, 수직도 이상발생 가능지점이 육안 비감시 구역 내에 존재하는 경우, 관제 서버(40)는, 수직도 이상발생 가능지점을 경유지점으로 포함하는 옥외탱크(2)의 벽면에서의 이동로봇(20)의 주행 경로맵을 생성할 수 있고, 주행 경로맵에 기초하여 주행하는 이동로봇(20)의 제2 관성측정 장치에서 측정된 수직도 이상발생 가능지점의 제2 경사를 수신할 수 있다.
- [0068] 이동로봇(20)이 수직도 이상발생 가능지점의 제2 경사를 측정하여 관제 서버(40)로 전송하는 동작을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0069] 관제 서버(40)는, 수직도 이상발생 가능지점을 경유지점으로 포함하는 옥외탱크(2)의 벽면에서의 이동로봇(20)의 주행 경로맵을 생성하고, 생성된 주행 경로맵을 로봇제어 단말(30)로 전송할 수 있다.
- [0070] 여기서, 주행 경로맵은 옥외탱크(2)에서의 주요 타입의 이상이 자주 발생하는 이상발생 주요지점을 경유지점으로 하는 이동로봇(20)의 주행을 안내하는 맵으로서, 수직도 이상발생 가능지점이 이상발생 주요지점에 더 포함되도록 생성될 수 있다.
- [0071] 로봇제어 단말(30)은 수신된 주행 경로맵에 기초하여 이동로봇(20)을 제어할 수 있고, 특히 주행 경로맵에 기초하여 수직도 이상발생 가능지점에서의 제2 경사를 측정하도록 이동로봇(20)을 제어할 수 있다. 이동로봇(20)은 로봇제어 단말(30)의 제어 하에 제2 관성측정 센서를 통해 제2 경사를 측정할 수 있고, 측정된 제2 경사는 로봇제어 단말(30)을 경유하여 관제 서버(40)로 전송될 수 있다.
- [0072] 이하, 도 7을 참조하여 로봇제어 단말(30)의 제어 하에 이동로봇(20)이 수직도 이상발생 가능지점에서의 제2 경사를 측정하는 동작을 설명하면 다음과 같다.
- [0073] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라서, 이동로봇(20)을 제어하는 로봇제어 단말(30)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0074] 한편, 이동로봇(20)의 동작을 제어하기 위해 로봇제어 단말(30)에서 생성되는 동작 제어신호는 제1 및 제2 동작 제어신호를 포함할 수 있다. 제1 동작 제어신호는 점검자에 의한 이동로봇(20)의 수동 주행명령과 대응될 수 있다. 즉, 점검자는 로봇제어 단말(30)에 구비된 버튼 또는 조이스틱 등을 통해 주행 명령 이벤트를 수행할 수 있고, 로봇제어 단말(30)은 주행 명령 이벤트의 수행에 기초하여 수동 주행명령과 대응되는 제1 동작 제어신호를 생성할 수 있다. 제2 동작 제어신호는 점검자의 개입없이 이동로봇(20)의 동작을 제어하는 신호일 수 있다. 일례로서, 이동로봇(20)의 제2 관성측정 센서는 절전 상태로 디폴트될 수 있고, 제2 동작 제어신호는 제2 관성측정 센서의 웨이크 업 신호 및 경사 측정 명령 신호 등일 수 있다.
- [0075] 도 7의 (a)을 참조하면, 이동로봇(20)은 내장 카메라에서 획득된 영역 이미지(31a)를 실시간으로 촬영하여 로봇제어 단말(30)로 전송할 수 있고, 로봇제어 단말(30)은 수신된 영역 이미지(31a)를 디스플레이부(31)에 표시할 수 있다. 한편, 로봇제어 단말(30)은 영역 이미지(31a)를 제2 안전감시 데이터로서 관제 서버(40)로 전송할 수 있다.
- [0076] 이 때, 로봇제어 단말(30)은 주행 경로맵에 기초한 이동로봇(20)의 주행방향(71)을 영역 이미지(31a)에 오버랩되도록 디스플레이부(31)에 더 표시할 수 있다. 점검자는 주행방향(71)을 확인하여 주행 명령 이벤트를 로봇제어 단말(30)로 입력할 수 있고, 로봇제어 단말(30)은 입력된 주행 명령 이벤트에 기초하여 제1 동작 제어신호를 생성하여 이동로봇(20)로 전송할 수 있고, 이동로봇(20)은 제1 동작 제어신호에 기초하여 주행할 수 있다.
- [0077] 한편, 벽면에서 이동로봇(20)이 주행하는 과정에서, 로봇제어 단말(30)은 주행 경로맵에 기초하여 이동로봇(20)의 현재 위치로부터 수직도 이상발생 가능지점까지 도달하는데 소요되는 시간을 실시간으로 예측할 수 있다. 그 후, 로봇제어 단말(30)은 예측된 소요시간이 미리 설정된 임계시간보다 작아지는지 여부를 판단할 수 있다. 여기서, 임계시간은 2초 이상 5초 이하의 어느 하나의 시간, 일례로, 3초로 설정될 수 있다.
- [0078] 도 7의 (b) 및 (c)를 참조하면, 예측 소요시간이 임계시간보다 작아지는 경우, 즉 예측 소요시간이 임계시간에 도달하는 경우, 로봇제어 단말(30)은 제2 관성측정 센서를 통한 수직도 이상발생 가능지점에서의 경사측정 안내 메시지(72)를 미리 설정된 표시기간동안 디스플레이부(31)에 표시에 표시할 수 있다. 이 때, 제2 경사를 측정하는 것을 점검자가 확인할 수 있도록 하게 위해, 표시기간은 임계시간보다 작도록 설정될 수 있다. 일례로서, 임계시간이 3초인 경우, 표시기간은 2초로 설정될 수 있다. 즉, 임계시간이 도래하면 로봇제어 단말(30)은 임

계시간으로부터 2초 동안 경사측정 안내메시지(72)를 표시할 수 있다.

- [0079] 여기서, 경사측정 안내메시지(72)는 제1 경사측정 안내메시지(72a) 및 제2 경사측정 안내메시지(72b)를 포함할 수 있다.
- [0080] 제1 경사측정 안내메시지(72a)는 디폴트로 설정된 경사측정 안내메시지(72)일 수 있다. 여기서, 점검자가 메시지를 용이하게 확인할 수 있도록 하기 위해, 로봇제어 단말(30)은 비교적 큰 크기(즉, 제1 크기)로 영역 이미지(31)의 중앙 부분에 제1 경사측정 안내메시지(72a)를 표시할 수 있다. 일례로, 도 7의 (b)를 참조하면, "벽면 경사가 곧 측정됩니다"와 대응되는 제1 경사측정 안내메시지(72a)가 영역 이미지(31a)의 중앙 부분에 제1 크기로 표시될 수 있다.
- [0081] 제2 경사측정 안내메시지(72b)는 특정 조건에 발생된 경우 표시되는 경사측정 안내메시지(72)일 수 있다. 여기서, 특정 조건은 표시기간이 도래하기 직전에 또는 표시기간 도중에 영역 이미지(31a) 내에서 수직도 이상과는 다른 이상이 발생하는 조건일 수 있다. 즉, 점검자가 상기 다른 이상 발생 및 메시지를 함께 확인할 수 있도록 하기 위해, 로봇제어 단말(30)은 비교적 작은 크기(즉, 제2 크기)로 영역 이미지(31)의 가장자리 영역에 제2 경사측정 안내메시지(72a)를 표시할 수 있다. 일례로, 도 7의 (c)를 참조하면, "벽면 경사 측정 예정"과 대응되는 제2 경사측정 안내메시지(72b)가 영역 이미지(31a)의 가장자리 부분에 제2 크기로 표시될 수 있다.
- [0082] 상술한 내용을 참조하면, 표시기간이 도래하기 직전 및 표시기간 동안에 영역 이미지(31a) 내에서 수직도 이상과는 다른 이상이 발생되지 않은 것으로 판단된 경우, 로봇제어 단말(30)은 영역 이미지의 중앙 부분에 제1 크기를 가지는 제1 경사측정 안내메시지(72a)를 표시할 수 있다. 또는, 표시기간이 도래하기 직전(즉, 임계시간이 도래하기 직전)에 상기 다른 이상이 발생하는 것으로 판단된 경우, 로봇제어 단말(30)은 영역 이미지(31a)의 가장자리 부분에 제1 크기보다 작은 제2 크기를 가지는 제2 경사측정 안내메시지(72b)를 표시할 수 있다. 또는, 표시기간 내의 제1 시간에서 상기 다른 이상이 발생하는 것으로 판단된 경우, 로봇제어 단말(30)은 표시기간의 시작시간과 제1 시간 사이의 기간동안 제1 경사측정 안내메시지를 표시할 수 있고, 제1 시간과 표시기간의 종료시간 사이의 기간동안 제2 경사측정 안내메시지를 표시할 수 있다. 즉, 로봇제어 단말(30)은 영역 이미지(31a)의 중앙 부분에 표시된 제1 크기의 경사측정 안내메시지(72)를 제2 크기로 축소한 후 영역 이미지(31a)의 가장자리 부분에 이동하여 표시할 수 있다.
- [0083] 한편, 상기 다른 이상의 발생 여부는 관제 서버(40)에서 판단될 수도 있다. 즉, 영역 이미지(31a)를 실시간으로 수신한 관제 서버(40)는 인공지능 모델 등을 이용하여 영역 이미지(31a)를 분석함으로써 상기 다른 이상의 발생 여부를 판단할 수 있고, 상기 다른 이상이 발생된 경우 이를 로봇제어 단말(30)로 알릴 수 있다.
- [0084] 이후, 이동로봇(20)이 수직도 이상발생 가능지점에 도달한 경우, 로봇제어 단말(30)은 미리 설정된 정지시간동안 이동로봇(20)을 정지시킨 후 이동로봇(20)에 포함된 제2 관성측정 센서를 웨이크업 상태로 변경하여 옥외탱크(2)의 벽면의 제2 경사를 측정하도록 하는 제2 동작 제어신호를 이동로봇(20)으로 전송할 수 있다. 이동로봇(20)은 제2 동작 제어신호에 기초하여 수직도 이상발생 가능지점에서 정지한 후 제2 경사를 측정하고, 측정된 제2 경사를 로봇제어 단말(30)을 경유하여 관제 서버(40)로 전송할 수 있다. 정지시간이 경과하면 이동로봇(20)의 제2 관성측정 센서는 절전 상태로 변경될 수 있다.
- [0085] 이 때, 이동로봇(20)의 정지시간 동안 로봇제어 단말(30)로 점검자의 수동 주행명령이 입력되어 제1 동작 제어신호가 생성될 수 있다. 이 경우, 로봇제어 단말(30)은 제1 동작 제어신호를 이동로봇(20)으로 전송하지 않고 제2 동작 제어신호만을 이동로봇(20)으로 전송될 있다. 즉, 정지시간 동안에 점검자가 수동 주행명령을 입력하는 경우, 이동로봇(20)은 점검자의 수동 주행명령을 따르지 않고, 수직도 이상발생 가능지점에서 제2 경사를 측정할 수 있다. 이에 따라, 제2 경사의 측정이 방해받지 않고 제2 경사의 측정이 효율적으로 수행될 수 있다.
- [0086] 한편, 제1 또는 제2 경사가 획득되면, 관제 서버(40)는 제1 또는 제2 경사와 임계 경사를 비교할 수 있고, 더불어 제1 또는 제2 경사와 수직도 이상발생 가능지점에서 추론된 경사를 더 비교할 수 있다.
- [0087] 여기서, 관제 서버(40)는, 제1 또는 제2 경사가 임계 경사보다 큰 것으로 판단된 경우 수직도 이상발생 가능지점에서 벽면 수직도의 이상이 발생된 것으로 확정할 수 있고, 제1 또는 제2 경사가 임계 경사보다 작은 것으로 판단된 경우 수직도 이상발생 가능지점에서 벽면 수직도의 이상이 발생되지 않는 것으로 확정할 수 있다. 더불어, 관제 서버(40)는, 수직도 이상발생 가능지점에서 추론된 경사가 제1 또는 제2 경사와 오차 범위 내에서 동일하다면 수직도 이상발생 가능지점에서의 경사의 추론이 정확한 것으로 판단할 수 있고, 수직도 이상발생 가능지점에서 추론된 경사가 제1 또는 제2 경사와 오차 범위 내에서 동일하지 않다면 수직도 이상발생 가능지점에서

의 경사의 추론이 부정확한 것으로 판단할 수 있다.

[0088] 따라서, 제1 또는 제2 경사가 임계 경사보다 크면서 수직도 이상발생 가능지점의 추론된 경사와 오차 범위 내에서 동일한 경우, 관제 서버(40)는 수직도 이상발생 가능지점에서 벽면의 수직도의 이상이 발생하였음을 알리는 제1 알림메시지를 관리자에게 제공할 수 있다. 이 때, 관제 서버(40)는 인공지능 모델의 재학습을 수행하지 않는다. 그리고, 제1 또는 제2 경사가 임계 경사보다 크지만 수직도 이상발생 가능지점의 추론된 경사와 오차 범위 내에서 동일하지 않는 경우, 관제 서버(40)는 제1 알림메시지를 관리자에게 제공함과 함께 인공지능 모델을 재학습하여 인공지능 모델을 업데이트할 수 있다. 또한, 제1 또는 제2 경사가 임계 경사보다 작은 경우, 관제 서버(40)는 인공지능 모델을 재학습하여 인공지능 모델을 업데이트할 수 있다. 이 때, 제1 알림메시지는 관리자에게 제공되지 않는다.

[0089] 한편, 인공지능 모델이 업데이트됨으로써, 수직도 이상발생 가능지점에서의 경사의 추론이 정확해질 수 있다. 이에 따라, 차후 CCTV 장치(10a)에서 획득된 외형 이미지만을 사용하여도 옥외탱크(2)의 수직도 이상을 정확하게 판단할 수 있다.

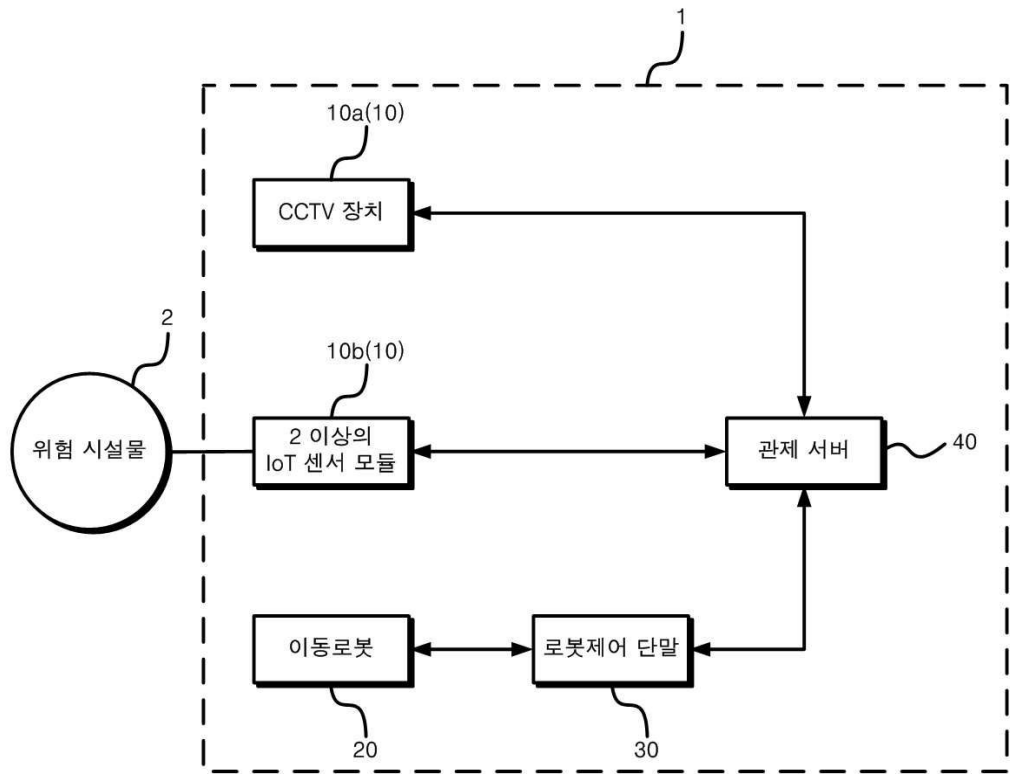
[0090] 요컨대, 본 발명에 따르면, 빅데이터 및 인공지능 기술에 기반하여 관리자가 위험 시설물(2)을 직접 점검하지 않아도 위험 시설물(2)의 모니터링이 가능하고, 이에 따라 위험 시설물(2)의 안전사고를 획기적으로 감소시킬 수 있다.

[0091] 또한, 본 발명에 따르면, 디지털 시스템 분석만으로도 위험 시설물(2)의 위험요소를 사전에 파악하고 대응하여 안전사고를 방지할 수 있고, 디지털화로 인한 불필요한 인원채용 등 비용을 절감하여 경쟁력을 확보할 수 있다.

[0092] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2



(a)

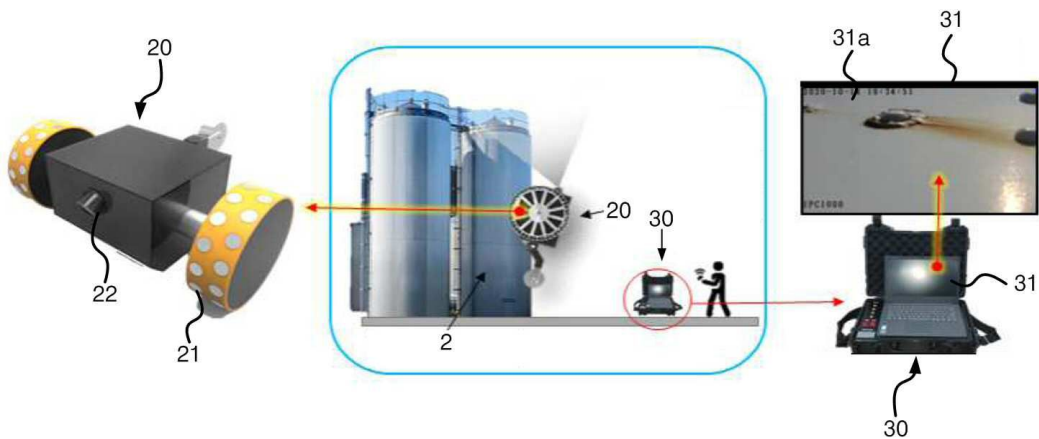


(b)

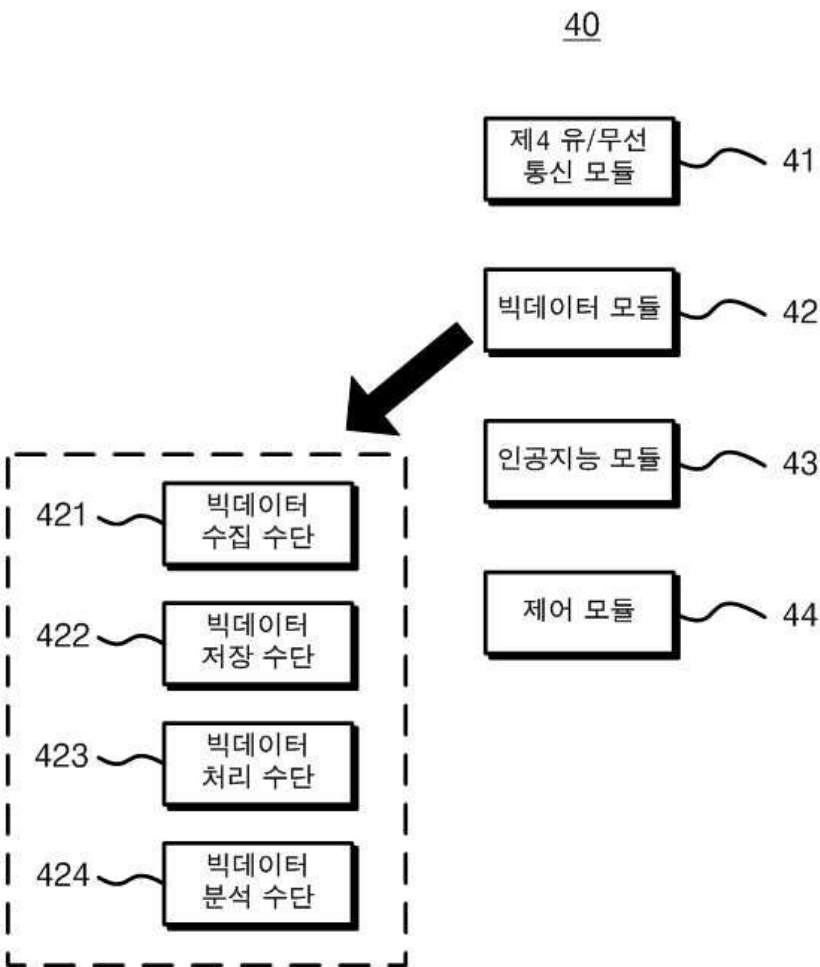


(c)

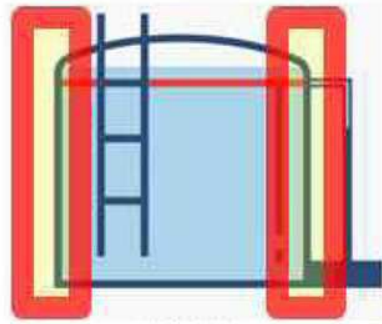
도면3



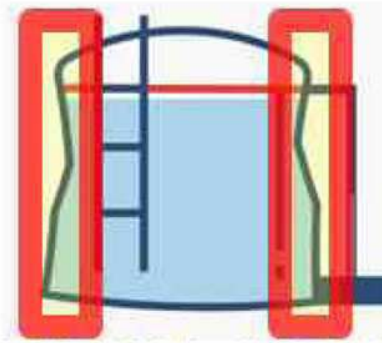
도면4



도면5

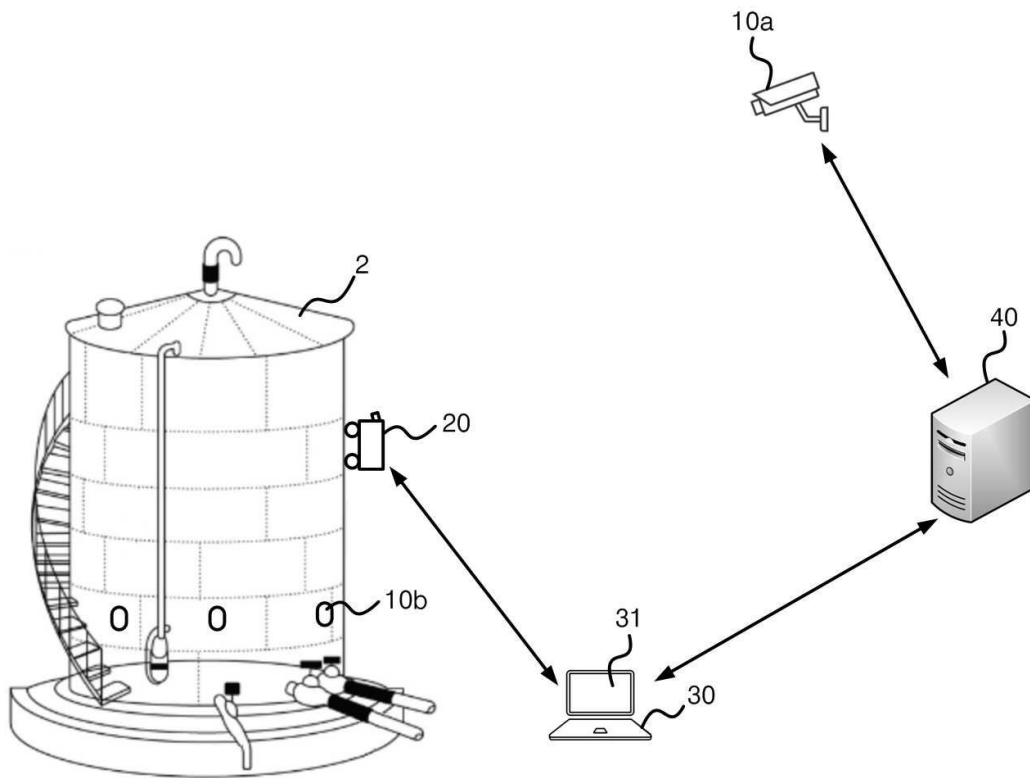


(a)



(b)

도면6



도면7

