



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년09월30일
(11) 등록번호 10-2305467
(24) 등록일자 2021년09월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/10 (2012.01) G06N 3/08 (2006.01)
G06Q 50/26 (2012.01) G08B 21/10 (2014.01)
H04N 7/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/10 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0061529

(22) 출원일자 2021년05월12일

심사청구일자 2021년05월12일

(56) 선행기술조사문헌

KR101130791 B1*
KR1020150136380 A*
KR1020180137238 A*
KR1020210014988 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

씨티씨 주식회사

부산광역시 동구 조방로 14, 612호(범일동, 동일타워)

(72) 발명자

이희현

경기 안양시 만안구 삼막로 12, 106동 501호 (석수동, 주공그린빌)

전준창

경기도 성남시 분당구 서현로 181, 201동 1002호 (이매동, 이매촌)

(74) 대리인

송세근

전체 청구항 수 : 총 2 항

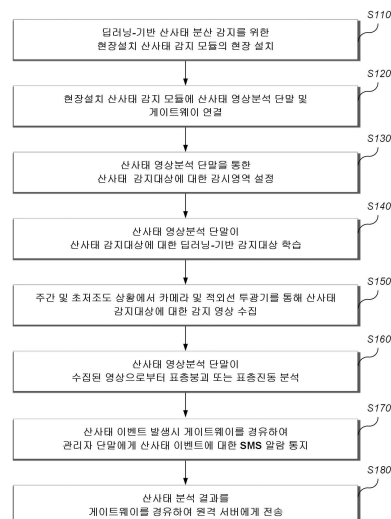
심사관 : 석상문

(54) 발명의 명칭 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법

(57) 요약

카메라 및 적외선 투광기를 사용하여 초저조도 야간 강우 상황에도 산사태 영상을 수집하여 신속하게 산사태 발생을 감지할 수 있고, 또한, 딥러닝 감시대상 학습에 따라 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘의 흑백 사물 인식 정확도를 고려하여 현장감시에 필요한 수준의 감지 정확도로 산사태 영상을 정확하게 분석함으로써, 산사태 이벤트의 오감지율을 최소화할 수 있으며, 또한, 분산형 구조를 갖는 산사태 분산 감지 방법을 구현함으로써 대규모 하드웨어 자원이 필요 없이 운영비용을 절감할 수 있는, 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법이 제공된다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

G06Q 50/26 (2013.01)

G08B 21/10 (2013.01)

H04N 7/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615011782
과제번호	152171
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	국토교통기술촉진연구사업
연구과제명	0 LUX 초저도 야간 강우 환경에서 95% 이상의 감지 정확도를 가진 딥러닝 영상분석
기반의 산사태 감지 및 대응 시스템 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	씨티씨 주식회사
연구기간	2019.04.19 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

산사태 감지를 위해 표층붕괴 감시영역을 원격 촬영하여 영상을 분석하는 비접촉식 산사태 감지 방법에 있어서,

- a) 딥러닝-기반 산사태 분산 감지를 위한 현장설치 산사태 감지 모듈(100)을 현장에 설치하는 단계;
- b) 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)에 산사태 영상분석 단말(200) 및 게이트웨이(300)를 연결하는 단계;
- c) 상기 산사태 영상분석 단말(200)을 통해 산사태 감지대상에 대한 감시영역을 설정하는 단계;
- d) 상기 산사태 영상분석 단말(200)이 산사태 감지대상에 대한 딥러닝-기반 감지대상 학습을 수행하는 단계;
- e) 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 카메라(110) 및 적외선 투광기(120)를 통해 산사태 감지대상에 대한 감지 영상을 수집하는 단계; 및
- f) 상기 산사태 영상분석 단말(200)이 수집된 영상으로부터 표층붕괴 또는 표층진동을 분석하는 단계를 포함하되,

상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 적외선 투광기(120)는 초저조도의 야간 악천후 환경에서 상기 카메라(110)에 조명을 제공하도록 최적화된 고성능 적외선 램프이며; 상기 b) 단계의 산사태 영상분석 단말(200)은 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘을 이용하여 딥러닝-기반 학습을 수행하며,

상기 산사태 영상분석 단말(200)은 분산형으로 설치되고, 상기 CNN 알고리즘을 이용한 딥러닝-기반 학습과정에서 발생하는 오류를 보완하여 암석 활동 감지 정확도를 향상시키도록 SSD(Single Shot MultiBox Detector)-기반 FPN(Feature Pyramid Network) 알고리즘을 적용하는 것을 특징으로 하는 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 산사태 영상분석 단말(200)은 CNN 알고리즘을 이용하여 딥러닝-기반 학습을 수행하여 산사태 감지 정확도를 확보하되, 상기 CNN 알고리즘을 이용한 딥러닝-기반 학습 시 산사태 영상자료 이외에 산사태 이벤트에 대해 표층붕괴 유형별로 3D 시뮬레이션 영상을 추가로 제작하여 적용하는 것을 특징으로 하는 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 카메라 및 적외선 투광기를 사용하여 산사태 영상을 수집하여 야간 강우 환경에서도 신속하게 산사태 발생을 감지하고, 딥러닝-기반으로 감시대상을 학습하여 산사태 영상을 분석할 수 있는, 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로, 산사태는 강우, 지진 및 중력 작용으로 인해 자연사면의 흙과 암석이 한꺼번에 사면 아래로 이동하는 현상을 말하며, 이러한 산사태가 발생할 경우, 사면의 붕괴로 인해 인명피해 및 재산피해가 발생하게 된다. 특히, 국내의 경우, 지형 및 기상학적으로 국토의 대부분이 산지로 형성되어 있기 때문에 산지의 경사가 급하게 형성될 뿐만 아니라 매년 장마와 같은 집중 호우로 인해 지반의 응집력이 약화됨으로써 대규모의 인명 및 재산 피해를 일으키는 산사태가 빈번하게 발생되고 있다.
- [0003] 이에 따라, 각종 정부기관 등에서는 산사태를 예방하기 위해 산사태 발생 위험지역을 선정하며, 선정된 지역의 산사태 예방 공사를 실시하여 산사태 발생률을 절감시키거나 또는 산사태로 인해 발생할 수 있는 피해를 최소화하고 있다.
- [0004] 한편, 산사태 감지와 관련된 선행기술로서, 대한민국 등록특허번호 제10-814470호에는 "토석류 산사태 모니터링 시스템 및 방법"이라는 명칭의 발명이 개시되어 있는데, 도 1을 참조하여 설명한다.
- [0005] 도 1은 종래의 기술에 따른 토석류 산사태 모니터링 시스템을 나타내는 구성도이다.
- [0006] 도 1을 참조하면, 종래의 기술에 따른 토석류 산사태 모니터링 시스템은, 계측부(11), 메인 로거부(12), 모니터링 서버(13) 및 산사태 감시 통합 서버(14)로 이루어지고, 여기서, 계측부(11)는 토석류 감지부(11a)와 토석류 거동 관측부(11b) 및 함수비 측정부(11c)를 포함하고, 메인 로거부(12)는 강우량계(12a) 및 비 감지센서(12b)를 포함한다.
- [0007] 토석류 감지부(11a)는 토석류가 발생할 것으로 예상되는 계곡부를 중심으로 소정의 간격을 두면서 횡방향으로 여러 개의 와이어가 설치되기 때문에 직접적으로 토석류의 이동 여부와 토석류에 의한 산사태의 발생 위치를 알 수 있다. 또한, 설치된 토석류 감지부(11a) 사이의 소정의 거리와 각각의 토석류 감지부(11a)에서 측정된 시간을 토대로 속도를 예측할 수 있다. 이때, 토석류 감지부(11a)는 와이어나 광원을 이용할 수 있다.
- [0008] 종래의 기술에 따른 토석류 산사태 모니터링 시스템은, 계측부(11)가 토사층의 이동뿐만 아니라 토석류의 움직임 및 속도를 계측하여 산사태를 보다 신속하고 정확하게 예측 및 감지할 수 있고, 이에 따라, 사전에 산사태 발생을 미리 감지하여 피해를 최소화할 수 있다.
- [0009] 하지만, 종래의 기술에 따른 토석류 산사태 모니터링 시스템은, 토석류의 이동 여부와 토석류에 의한 산사태의 발생위치를 검출하기 위해서 와이어나 광원을 계곡부들 사이에 일일이 설치해야 하기 때문에 설치비용 및 시간이 증가하는 문제점이 있다. 또한, 토석류 감지부(11a)는 토석류가 아래로 이동하는 것만을 감지하는 것이기 때문에 지면이 침하되는 경우, 이를 인지하지 못하여 피해를 줄이지 못하게 된다. 또한, 단순히 토석류 감지부(11a)가 사면의 이동을 감지하여 산사태 여부를 발생하는 것이기 때문에 산사태 발생에 가장 큰 원인들 중 하나인 강우량 및 풍속 등과 같은 환경인자를 고려하지 않고 산사태 발생 여부를 판단함으로써 경보의 정확성이 떨어지게 된다는 문제점이 있다.
- [0010] 전술한 토석류 산사태 모니터링 시스템의 문제점을 해결하기 위한 선행기술로서, 대한민국 등록특허번호 제10-1149916호에는 "산사태 경보시스템"이라는 명칭의 발명이 개시되어 있는데, 도 2를 참조하여 설명한다.
- [0011] 도 2는 종래의 기술에 따른 산사태 경보시스템의 구성도이다.
- [0012] 도 2를 참조하면, 종래의 기술에 따른 산사태 경보시스템은, 산사태 위험지역에 기설정된 촬영지점들을 주기적으로 촬영하여 영상정보를 획득하는 카메라(24a~24n); 산사태 발생에 원인이 되는 환경인자들인 강우량, 풍속 및 조도들을 각각 감지하는 강우량센서(25), 풍속센서(26) 및 조도센서(27); 연결대상들과 통신망(23)으로 연결되어 이들을 관리 및 제어하며, 카메라(24a~24n)로부터 전송받은 영상정보와 센서(25, 26, 27)로부터 전송받은 환경인자 값들을 관제서버(28)로 전송하는 컨트롤러(22); 컨트롤러(22)로부터 주기적으로 영상정보들을 전송받아 저장하며 전송받은 영상정보들과 환경인자 값들을 교차로 통합분석하여 '정상', '주의보' 및 '경보'로 이루어지는 산사태 위험단계를 검출하는 관제서버(28); 산사태 위험지역으로부터 인접한 인근지역에 설치되어 관제서버(28)로부터 경보 및 주의보 데이터를 전송받으면, 이를 인근 주민들에게 통지하는 주민관제센터(29a~29n); 연결대상들간에 데이터가 송수신되는 경로를 제공하는 통신망(23); 및 연결대상들 간에 데이터가 송수신되는 경로를 제공하는 근거리 통신망(21)으로 이루어진다.
- [0013] 종래의 기술에 따른 산사태 경보시스템에 따르면, 강우량, 풍속 및 조도 등과 같은 환경지표와, 산사태 위험단계를 판단할 수 있는 판단물체들이 포함되는 촬영지점들의 촬영으로 인해 획득되는 영상정보들을 교차로 분석하여 해당 지역의 산사태 위험단계를 검출함으로써, 정확도가 우수하며, 검출 오차율이 적고, 관제센터가 '경보' 및 '주의보' 단계를 검출하면 주민관제센터로 이를 통지할 뿐만 아니라 주기적으로 해당 지역의 실시간 영상을

주민관계센터의 관리자에게 전송함으로써 산사태 발생으로 인한 인명피해 및 재산피해를 최소화할 수 있다.

- [0014] 종래의 기술에 따른 산사태 경보시스템의 경우, 강우량 및 풍속 등과 같은 환경인자를 고려하여 산사태 발생 여부를 판단할 수 있지만, 관제서버(28)가 컨트롤러(22)로부터 주기적으로 영상정보들을 전송받아 영상정보들과 환경인자 값들을 교차로 통합분석하여 산사태 위험단계를 검출하는 방식이기 때문에 신속하게 현장에서 산사태에 대응하기 어렵다는 문제점이 있다. 또한, 초저조도 환경 등에 적용하기 어렵다는 한계점이 있고, 특히, 야간 강우 환경에서 이벤트 감지 정확도가 낮아 산사태 이벤트에 대한 오감지율이 높다는 문제점이 있다.
- [0015] 한편, 다른 선행기술로서, 대한민국 등록특허번호 제10-1356686호에는 "산사태 경고 시스템 및 그 방법"이라는 명칭의 발명이 개시되어 있는데, 도 3a 및 도 3b를 참조하여 설명한다.
- [0016] 도 3a는 종래의 기술에 따른 산사태 경고 시스템의 구성도이고, 도 3b는 도 3a에 도시된 산사태 경고 시스템의 설치 예를 나타내는 도면이다.
- [0017] 도 3a를 참조하면, 종래의 기술에 따른 산사태 경고 시스템은, 인공물(30), 카메라(40) 및 제어서버(50)를 포함한다.
- [0018] 인공물(30)은 산사태 위험 지점에 설치되며 고유 펄스신호를 송출하며, 하나 또는 복수 개로 설치될 수 있다. 이러한 인공물(30)이 복수 개인 경우, 각각의 인공물(30)은 서로 다른 지점, 예를 들면, 산 정상이나 산 중턱에 대해 설치될 수 있다.
- [0019] 구체적으로, 인공물(30)은 신호 송출부(31)를 이용하여 자신의 고유 펄스신호를 송출한다. 이러한 고유 펄스신호는 인공물별로 기설정된 주기 또는 패턴을 갖는다. 예를 들면, 펄스의 On 구동 시간과 Off 구동 시간을 달리 하면 인공물(30)별로 고유의 펄스신호를 구성할 수 있다. 이러한 고유 펄스신호는 고유한 주기 또는 패턴을 가지므로 주변에 있는 다른 물체에서 보내지는 간섭신호와 손쉽게 구별될 수 있으며 인공물(30)의 위치 검출 능력을 향상시킨다. 또한, 인공물(30)은 고유 펄스신호의 송출 등에 필요한 전력을 발전부(32)를 통해 자가 생산한다. 이러한 발전부(32)는 필요한 전원을 자체적으로 확보할 수 있다.
- [0020] 카메라(40)는 산사태 위험 지점을 촬영하며, 인공물(30)로부터 송출된 고유 펄스신호를 수신하면, 촬영된 영상에 대하여 수신된 고유 펄스신호에 대응되는 화면 지점에 대해 윈도우 마스크를 적용하여 인공물에 대응되는 영상 이미지를 추출한다.
- [0021] 구체적으로, 카메라(40)는 신호 수신부(41), 영상 촬영부(42), 영상 처리부(243), 저장부(44) 및 전송부(45)를 포함한다. 여기서, 신호 수신부(41)는 인공물(30)로부터 송출된 고유 펄스신호를 수신하며, 영상 촬영부(42)는 산사태 위험지점의 영상을 촬영한다. 또한, 영상 처리부(43)는 촬영된 영상에 대하여 수신된 고유 펄스신호에 대응되는 화면 지점에 대해 윈도우 마스크(Window Mask)를 적용하여 인공물(30) 부분의 영상만을 추출함에 따라 영상에 포함되는 노이즈를 제거하고, 인공물(30) 영역만을 정확히 추출할 수 있다. 이에 따라, 영상 촬영부(42)는 영상 처리부(43)에서 추출된 인공물(30)의 위치 부분을 정확하게 촬영할 수 있다.
- [0022] 이를 위해, 카메라(40)는 인공물(30) 각각에 대하여 인공물(30)의 고유 펄스신호에 대응되는 윈도우 마스크의 화면 지점을 저장부(44) 내에 기저장시키고 있으며, 저장부(44) 내에 저장되는 윈도우 마스크의 화면 지점은 인공물(30)의 초기 위치(reference position)에 대해 미리 설정된 카메라(40)의 윈도우 마스크 지점에 해당된다.
- [0023] 이에 따라, 카메라(40)에 임의의 고유 펄스신호가 수신되면, 그에 대응되는 윈도우 마스크를 화면의 해당 지점에 적용하여 윈도우 마스크 부분을 집중적으로 감시한다. 이에 따라, 인공물(30) 부분을 초기 위치를 기준으로 정확하게 촬영할 수 있다.
- [0024] 또한, 제어부(50)는 수신부(51), 판단부(52) 및 알람부(53)를 포함하며, 인공물(30)에 대해 기촬영된 초기 이미지를 기준으로 카메라(40)로부터 추출된 영상 이미지의 변위를 분석하여 산사태의 위험 여부를 판단한다.
- [0025] 종래의 기술에 따른 산사태 경고 시스템에 따르면, 산사태 우려 지역에 설치된 인공물로부터 송출된 고유펄스신호를 수신하면 산사태 위험지점의 촬영 영상에 대하여 고유 펄스신호에 대응되는 화면 지점에 대해 윈도우 마스크를 적용하여 인공물의 위치 부분을 촬영함에 따라 산사태의 위험 정보를 손쉽게 정확하게 판단할 수 있다.
- [0026] 하지만, 종래의 기술에 따른 산사태 경고 시스템의 경우, 산사태 우려 지역에 별도 설치되는 인공물(30)에 신호 송출부(31) 및 발전부(32)를 설치해야 하며, 또한, 초저조도 환경 등에 적용하기 어렵다는 한계점이 있다.
- [0027] 한편, 다른 선행기술로서, 대한민국 등록특허번호 제10-1810336호에는 "산사태 예경보 서버, 산사태 예경보 방법 및 산사태 예경보 수신 방법"이라는 명칭의 발명이 개시되어 있는데, 도 4a 및 도 4b를 참조하여 설명한다.

- [0028] 도 4a는 종래의 기술에 따른 산사태 예경보 시스템을 설명하기 위한 도면이고, 도 4b는 산사태 예경보 시스템에서 산사태 예경보 서버의 구성도이다.
- [0029] 도 4a를 참조하면, 종래의 기술에 따른 산사태 예경보 시스템은, 산사태 예경보 서버(70), 타겟 사면(81)에 설치된 센서(82), 강우예보자료(83)를 제공하는 서버 및 산사태 예경보를 수신하는 유저 단말(84)을 포함할 수 있다. 유저 단말(84)은 피해예상 지역(85) 내에 위치할 수 있고, 여기서, 피해예상 지역(85)은 타겟 사면(81)에서 발생할 수 있는 산사태로부터 피해가 예상되는 지역을 의미한다. 유저 단말(84)은 피해예상 지역(85)과 무관하거나 피해예상 지역(85) 인근에 위치할 수도 있다.
- [0030] 또한, 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 종래의 기술에 따른 산사태 예경보 시스템의 경우, 산사태 예경보 서버(70)는, 산사태 발생을 모니터링하고자 하는 타겟 사면(81)의 강우예보자료를 수신하고, 타겟 사면(81)에 설치된 센서(82)에 의해 측정된 타겟 사면(81)의 기울기를 수신하는 통신부(71); 및 강우예보자료(83) 및 타겟 사면(81)의 특성에 기초하여 타겟 사면(81)의 산사태 위험도를 예보하고, 상기 산사태 위험도 및 기울기에 기초하여 타겟 사면(81)의 돌발 산사태 위험도를 경보하는 프로세서(72); 및 데이터베이스(73)를 포함하여 구성된다.
- [0031] 통신부(71)는 타겟 사면(81)의 시간별 기울기들을 주기적으로 수신하고, 또한, 프로세서(72)는 시간별 기울기들에 기초하여 타겟 사면(81)의 변위를 추정하고, 타겟 사면(81)의 변위에 기초하여 사면 위험도를 생성하고, 생성된 사면 위험도와 산사태 위험도에 각각 가중치들을 적용하여 돌발 산사태 위험도를 생성하여 경보한다.
- [0032] 종래의 기술에 따른 산사태 예경보 시스템에 따르면, 산사태 발생을 모니터링하고자 하는 타겟 사면(81)의 강우예보자료(83)를 수신하고, 타겟 사면(81)에 설치된 센서(82)에 의해 측정된 타겟 사면(81)의 기울기를 수신하고, 강우예보자료(83) 및 타겟 사면(81)의 특성에 기초하여 타겟 사면(81)의 산사태 위험도를 예보하고, 산사태 위험도 및 기울기에 기초하여 타겟 사면의 돌발 산사태 위험도를 경보할 수 있다.
- [0033] 하지만, 종래의 기술에 따른 산사태 예경보 시스템의 경우, 타겟 사면(81)에 센서를 설치하는 접촉식 감시 시스템의 경우, 주기적인 재교정, 노이즈 데이터 필터링, 데이터 분석 교육이 필요하며, 사면붕괴 알람 통보 후 현장을 방문하여 조사해야 하는 한계점을 갖고, 또한, 초저조도 환경 등에 적용하기 어렵다는 한계점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0034] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허번호 제10-2140606호(등록일: 2020년 7월 28일), 발명의 명칭: "가상공간을 이용한 영상정보-기반 급경사지 위험 감시 방법"
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허번호 제10-2139987호(등록일: 2020년 7월 27일), 발명의 명칭: "진동 합성 영상정보를 이용한 급경사지 위험 감시 방법"
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허번호 제10-1810336호(등록일: 2017년 12월 12일), 발명의 명칭: "산사태 예경보 서버, 산사태 예경보 방법 및 산사태 예경보 수신 방법"
- (특허문헌 0004) 대한민국 등록특허번호 제10-1356686호(등록일: 2014년 1월 22일), 발명의 명칭: "산사태 경고 시스템 및 그 방법"
- (특허문헌 0005) 대한민국 등록특허번호 제10-1149916호(등록일: 2012년 5월 18일), 발명의 명칭: "산사태 경고 시스템"
- (특허문헌 0006) 대한민국 등록특허번호 제10-10-814470호(등록일: 2008년 3월 11일), 발명의 명칭: "토석류 산사태 모니터링 시스템 및 방법"
- (특허문헌 0007) 대한민국 공개특허번호 제2020-52398호(공개일: 2020년 5월 15일), 발명의 명칭: "머신 러닝 기법을 이용한 산사태 취약성 지도 작성 방법 및 장치"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0035] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 카메라 및 적외선 투광기를 사용하여

야간 강우 상황에도 산사태 영상을 수집하여 신속하게 산사태 발생을 감지할 수 있는, 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0036] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 딥러닝 감시대상 학습에 따라 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘의 흑백 사물 인식 정확도를 고려하여 현장감시에 필요한 수준의 감지 정확도로 산사태 영상을 정확하게 분석함으로써, 산사태 이벤트의 오감지율을 최소화할 수 있는, 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0037] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 분산형 구조를 갖는 산사태 분산 감지 방법을 구현함으로써 대규모 하드웨어 자원이 필요 없이 시스템 운영비용을 절감할 수 있는, 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0038] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 수단으로서, 본 발명에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법은, 산사태 감지를 위해 표층붕괴 감시영역을 원격 촬영하여 영상을 분석하는 비접촉식 산사태 감지 방법에 있어서, a) 딥러닝-기반 산사태 분산 감지를 위한 현장설치 산사태 감지 모듈을 현장에 설치하는 단계; b) 상기 현장설치 산사태 감지 모듈에 산사태 영상분석 단말 및 게이트웨이를 연결하는 단계; c) 상기 산사태 영상분석 단말을 통해 산사태 감지대상에 대한 감시영역을 설정하는 단계; d) 상기 산사태 영상분석 단말이 산사태 감지대상에 대한 딥러닝-기반 감지대상 학습을 수행하는 단계; e) 상기 현장설치 산사태 감지 모듈의 카메라 및 적외선 투광기를 통해 산사태 감지대상에 대한 감지 영상을 수집하는 단계; 및 f) 상기 산사태 영상분석 단말이 수집된 영상으로부터 표층붕괴 또는 표층진동을 분석하는 단계를 포함하되, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈의 적외선 투광기는 초저조도의 야간 악천후 환경에서 상기 카메라에 조명을 제공하도록 최적화된 고성능 적외선 램프이며; 상기 b) 단계의 산사태 영상분석 단말은 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘을 이용하여 딥러닝-기반 학습을 수행하며, 상기 산사태 영상분석 단말은 분산형으로 설치되고, 상기 CNN 알고리즘을 이용한 딥러닝-기반 학습과정에서 발생하는 오류를 보완하여 암석 활동 감지 정확도를 향상시키도록 SSD(Single Shot MultiBox Detector)-기반 FPN(Feature Pyramid Network) 알고리즘을 적용하는 것을 특징으로 하게 된다.

[0039] 삭제

[0040] 삭제

[0041] 삭제

[0042] 여기서, 상기 산사태 영상분석 단말은 CNN 알고리즘을 이용하여 딥러닝-기반 학습을 수행하여 산사태 감지 정확도를 확보하되, 상기 CNN 알고리즘을 이용한 딥러닝-기반 학습 시 산사태 영상자료 이외에 산사태 이벤트에 대해 표층붕괴 유형별로 3D 시뮬레이션 영상을 추가로 제작하여 적용할 수 있다.

발명의 효과

[0043] 본 발명에 따르면, 카메라 및 적외선 투광기를 사용하여 초저조도 야간 강우 상황에도 산사태 영상을 수집하여 신속하게 산사태 발생을 감지할 수 있다.

[0044] 본 발명에 따르면, 딥러닝 감시대상 학습에 따라 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘의 흑백 사물 인식 정확도를 고려하여 현장감시에 필요한 수준의 감지 정확도로 산사태 영상을 정확하게 분석함으로써, 산사태 이벤트의 오감지율을 최소화할 수 있다. 즉, 산사태 이벤트는 갑자기 발생하는 특징이 있어 충분한 영상 데이터가 확보되어 있지 않아 CNN 학습에 어려움이 존재하므로, 3D 시뮬레이션 영상을 제작하여 CNN 학습에 적용함으로써, 신뢰할 수 있는 이벤트 감지 정확도를 확보할 수 있다.

[0045] 본 발명에 따르면, 분산형 구조를 갖는 산사태 분산 감지 방법을 구현함으로써 대규모 하드웨어 자원이 필요 없이 운영비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0046]

도 1은 종래의 기술에 따른 토석류 산사태 모니터링 시스템을 나타내는 구성도이다.

도 2는 종래의 기술에 따른 산사태 경보시스템의 구성도이다.

도 3a는 종래의 기술에 따른 산사태 경고 시스템의 구성도이고, 도 3b는 도 3a에 도시된 산사태 경고 시스템의 설치 예를 나타내는 도면이다.

도 4a는 종래의 기술에 따른 산사태 예경보 시스템을 설명하기 위한 도면이고, 도 4b는 산사태 예경보 시스템에서 산사태 예경보 서버의 구성도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템이 설치되는 표층붕괴 위험지점 선정 절차를 예시하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템의 개략적인 구성도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템에서 현장설치 산사태 감지 모듈을 예시하는 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템에서 현장설치 산사태 감지 모듈의 다른 예를 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법의 동작흐름도이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 게이트웨이를 예시하는 사진이다.

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법의 표층 붕괴 전 작동을 예시하는 도면이다.

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법의 표층 붕괴 후 작동을 예시하는 도면이다.

도 14는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 현장설치 산사태 감지 모듈 및 산사태 영상분석 단말이 현장에 설치된 것을 예시하는 도면이다.

도 15는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 산사태 이벤트 발생을 감지한 것을 예시하는 도면이다.

도 16은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 게이트웨이를 통해 원격 전원 스위치를 온/오프 제어하는 것을 예시하는 도면이다.

도 17a 내지 도 17c는 각각 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에 적용되는 산사태 이벤트 학습용 3D 시뮬레이션 영상을 예시하는 사진이다.

도 18은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 주간, 야간 강우 및 적외선 강우에 대한 딥러닝 학습을 예시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047]

아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0048]

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 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0049]

이하, 도 5 내지 도 9를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템을 설명하고, 도 10 내지 도 18을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법을 설명하기로 한다.

- [0050] [딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템]
- [0051] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템이 설치되는 표층붕괴 위험지점 선정 절차를 예시하는 도면이다.
- [0052] 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템은, 도 5에 도시된 바와 같은 절차에 따라 신속한 설치 및 운용이 가능하도록 표층붕괴 위험지점에 설치되며, 기초자료 조사, 현장조사 및 산사태 발생 가능성 판단 과정을 거쳐 딥러닝-기반 분산형 산사태 감지 시스템을 설치 및 운용하게 된다. 이때, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템은 다수의 현장설치 산사태 감지 모듈, 산사태 영상분석 단말 및 게이트웨이를 설치한다.
- [0053] 구체적으로, 기초자료 조사는 지역별 산사태 위험등급 확인, 지도, 사진, 설계도 확인 및 과거 산사태 발생 유무 확인 등을 포함할 수 있다. 또한, 현장조사는 산사태 예상지역의 도로, 건물 확인, 비탈면 규모 확인, 지반 상태 확인, 표층상태 확인, 비탈면 손상상태 확인 및 배수시설과 지하수 상태 확인 등을 포함할 수 있다. 또한, 산사태 발생 가능성 판단 및 기상청 예상강우량 확인 등을 포함할 수 있다.
- [0054] 한편, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템을 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템의 개략적인 구성도이다.
- [0055] 도 6 및 도 7을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템은, 산사태 감지를 위해 표층붕괴 감시영역을 원격 촬영하여 영상을 분석하는 비접촉식 산사태 감지 시스템으로서, 현장설치 산사태 감지 모듈(100), 산사태 영상분석 단말(200), 게이트웨이(300), 원격 서버(400) 및 관리자 단말(500)을 포함하며, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)은 카메라(110), 적외선 투광기(120), 지주 등을 포함한다. 도 6에서, 도면부호 610은 사면붕괴 감시영역을 나타내고, 도면부호 620은 감시 포인트를 나타내며, 도면부호 630은 적외선 투광기 투광영역을 각각 나타낸다.
- [0056] 현장설치 산사태 감지 모듈(100)은 카메라(110), 적외선 투광기(120) 및 지주가 모듈 형태로 설치되어 산사태 감지를 위한 현장에서 설치 및 해체가 가능하며, 상기 카메라(110)를 통해 붕괴위험 사면 표층의 주야간 영상을 제공한다. 여기서, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 카메라(110)는 붕괴위험 사면 표층의 주야간 영상을 제공하며, 상기 카메라(110)는 IP(Internet Protocol) 카메라일 수 있지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 또한, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 적외선 투광기(120)는 초저조도인 야간 악천후 환경에서 상기 카메라(110)에 조명을 제공하는 최적화된 고성능 적외선 램프일 수 있다.
- [0057] 여기서, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)은, 후술하는 바와 같이, 설치 및 해체가 용이한 현장 부품을 모듈화하여 설치되며, 예를 들면, 고강도 경량형강 지주 및 각종 부품과 모듈화된 IP 카메라, 적외선 투광기, 라우터, 허브스위치, PC 및 전원공급장치 등을 설치할 수 있고, 이에 따라, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)은 신속하게 현장에 구축할 수 있다.
- [0058] 산사태 영상분석 단말(200)은 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 지주에 설치되며, 상기 카메라(110)에서 촬영된 붕괴위험 사면 표층면의 주야간 영상을 전달받아 분석하고, 표층붕괴를 유형별로 감지하여 영상정보 및 알람정보를 제공한다. 또한, 상기 산사태 영상분석 단말(200)은 카메라(110)로부터 촬영된 영상으로부터 표층붕괴를 유형별로 감지할 수 있는 기능뿐만 아니라 표층의 진동을 감지할 수 있다. 이때, 다수의 IP 카메라(110)에서 전달되는 영상정보는 동시에 분석되면서 표층붕괴 발생 시 게이트웨이(300)에 알람 정보와 영상정보를 전송하게 된다. 이에 따라, 상기 산사태 영상분석 단말(200)은 감시영역 설정, 감시대상 학습, 표층붕괴 분석, 표층진동 분석, 이벤트 알람, 원격 연결/제어 및 원격 전원 온/오프 기능을 제공할 수 있다. 또한, 상기 산사태 영상분석 단말(200)은 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘을 이용하여 딥러닝-기반 학습을 수행하여 현장감시에 필요한 수준의 산사태 감지 정확도를 확보하되, 상기 CNN 학습(CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘을 이용한 딥러닝-기반 학습)시 산사태 영상자료 이외에 산사태 이벤트에 대해 표층붕괴 유형별로 3D 시뮬레이션 영상을 추가로 제작하여 적용할 수 있다.
- [0059] 또한, 상기 산사태 영상분석 단말(200)은 분산형으로 설치되고, 상기 CNN 알고리즘에 따른 학습과정에서 발생하는 오류를 보완하여 암색 활동 감지 정확도를 향상시키도록 SSD(Single Shot MultiBox Detector)-기반 FPN(Feature Pyramid Network) 알고리즘을 적용할 수 있다.
- [0060] 게이트웨이(300)는 적어도 하나 이상의 산사태 영상분석 단말(200)로부터 영상정보 및 알람정보를 전송받아 전달한다. 구체적으로, 상기 게이트웨이(300)는 상기 산사태 영상분석 단말(200)로부터 알람 정보를 수신한 후,

내장된 LTE 모뎀을 이용하여 사전에 등록된 관리자 단말(500)에게 SMS 알람문자를 전송하고, 또한, 상기 영상정보는 상기 게이트웨이(300)에 내장된 미니 웹 서버에 이벤트 로그 기록과 함께 저장될 수 있다. 다시 말하면, 상기 게이트웨이(300)는 LTE 모뎀, 미니 웹 서버, 허브스위치, 라우터 등이 내장될 수 있지만, 이에 국한되는 것은 아니다.

[0061] 관리자 단말(500)은 상기 게이트웨이(300)와 통신이 가능한 유선 또는 무선 단말로서 상기 게이트웨이(300)를 통해 전달되는 SMS 알람문자를 수신하면서 상기 게이트웨이(300)의 미니 웹 서버에 접속할 수 있는 링크주소를 함께 전송받는다. 또한, 상기 관리자 단말(500)은 상기 게이트웨이(300)의 미니 웹 서버에 접속한 후, 표충봉과 정보와 이미지를 확인할 수 있다. 또한, 필요한 경우, 상기 관리자 단말(500)은 상기 게이트웨이(300)를 통해 역으로 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 IP 카메라(110)에 접속하여 스트리밍을 통해 현장 상황을 실시간 확인할 수도 있다.

[0062] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템이 여러 지역에 걸쳐 분산 설치되는 경우, 각각의 현장에 설치되는 상기 게이트웨이(300)의 링크주소를 통합 관리하는 원격 서버(400)로 구축될 수 있으며, 예를 들면, 상기 원격 서버(400)는 클라우드 서버 또는 개인용 서버일 수 있다. 이를 통해 원격 서버(400)가 간편하게 다수의 산사태 위험지역 현장을 관리할 수 있다. 즉, 상기 원격 서버(400)는 다수의 산사태 위험지역 현장 각각에 설치된 게이트웨이(300)와 연결되어 다수의 산사태 위험지역 현장을 관리하고, 예기치 않은 시스템의 셧다운에 대한 대응을 위해서 상기 산사태 영상분석 단말(200)과 게이트웨이(300)에 대한 원격 전원 온/오프 기능을 제공한다.

[0063] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템의 경우, 딥러닝 학습용 영상 DB를 구축하여 상기 산사태 영상분석 단말(200)에게 제공하며, 특히, 수집된 국내외 산사태 영상자료와 표충봉과 유형, 예를 들면, 탈락, 활동, 전도, 퍼짐, 유동별로 제작된 3D 시뮬레이션 영상자료로 구성된 딥러닝 학습용 영상 DB를 구축한다.

[0064] 즉, 학습용 영상 DB를 GPU 장비를 이용하여 CNN(Convolution Neural Network)에 대한 학습을 진행한 후 학습이 완료된 CNN을 상기 산사태 영상분석 단말(200)에서 사용할 수 있도록 DLL화 작업을 진행하게 되고, 이와 같이 CNN을 이용함으로써 현장감시에 필요한 수준의 산사태 감지 정확도를 확보할 수 있다.

[0065] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템의 경우, 산사태의 표충봉과 유형 중에서 전도(Topple), 퍼짐(Spread), 유동(Flow) 감지 기능을 추가로 구현하는데 초점을 맞추고 있다. 이를 위해 딥러닝 학습에 필요한 다수의 3D 시뮬레이션 영상을 제작하여 적용한다. 이와 같이 제작된 3D 시뮬레이션 영상과 아울러 산사태 유형(전도, 퍼짐, 유동)별로 5개 정도의 실제 영상을 동영상 서비스 플랫폼으로부터 다운로드하여 딥러닝 학습 데이터로 활용할 수 있다.

[0066] 이와 같이 준비된 딥러닝 학습 데이터는, SSD(Single Shot Multibox Detector)-기반 FPN(Feature Pyramid Network) 알고리즘을 이용하여 학습을 진행하며, 학습 데이터(탈락, 활동)도 함께 학습 시킨 신경망을 구성할 수 있다. 구체적으로, 상기 SSD-기반 FPN 알고리즘은 표충봉과 유형간 불균등한 학습 데이터 수에 기인하는 비대칭성을 해결할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이때, 학습도구는 TensorFlow 플랫폼을 이용하고, 이에 따라, 신경망은 탈락, 활동, 전도, 퍼짐, 유동 이벤트를 모두 감지할 수 있는 기능을 확보할 수 있다.

[0067] 또한, 상기 산사태 영상분석 단말(200)은, TensorFlow에서 학습이 완료된 신경망 파일인 모델 그래프 파일이 포함되어, TensorFlow CUDA 라이브러리와 OpenCV 라이브러리를 이용하여 영상정보에서 탈락, 활동, 전도, 퍼짐, 유동 이벤트를 분류하고 감지할 수 있다.

[0068] 또한, 카메라 영상에서 이벤트를 감지하는 기술 중 현재 가장 발전된 기술은 CNN(Convolution Neural Network) 기법이며, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템의 경우, 산사태 이벤트를 카메라 영상으로 감지하는 비접촉식 시스템으로서, 이러한 CNN 기법의 한 종류인 SSD-기반 FPN 알고리즘을 적용한다. 이러한 CNN 이전에도 SVM(Support Vector Machine), GMM(Gaussian Mixture Model) 등 다양한 기법들이 사용되었으나, 실외 환경에서는 오감지율이 높아 적용하기 어려운 한계를 가지고 있다.

[0069] 또한, 이러한 CNN은 지도학습이어서 학습데이터와 정확도에는 밀접한 연관이 있기 때문에, 충분한 학습데이터의 확보가 관건이다. 하지만, 산사태 이벤트는 갑자기 발생하는 특징이 있기 때문에 충분한 영상 데이터가 확보되어 있지 않아 CNN 학습에 어려움이 존재하므로, 3D 시뮬레이션 영상을 제작하여 CNN 학습에 적용하며, 신뢰할 수 있는 이벤트 감지 정확도를 확보할 수 있다.

[0070] 한편, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈을 예시하는 도면으로서, 도 8의

a)는 현장설치 산사태 감지 모듈의 구성도이고, 도 8의 b)는 현장설치 산사태 감지 모듈의 기초부를 나타내는 평면도이며, 도 8의 c)는 현장설치 산사태 감지 모듈의 기초부를 나타내는 단면도이다.

- [0071] 도 8의 a)를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100)은, 산사태 감지를 위해 표층붕괴 감시영역을 원격 촬영하는 산사태 감지 모듈로서, 카메라(110), 적외선 투광기(120), 지주(130), 카메라 하우징(140) 및 기초부(150)를 포함하여 구성되지만, 이에 국한되는 것은 아니다.
- [0072] 카메라(110)는 지주(130)의 상단부에 설치되어 표층붕괴 감시영역을 촬영하며, 예를 들면, 지주(130)의 상단에 설치되는 IP 카메라일 수 있고, 구체적으로, 딥러닝-기반 산사태 감지를 위해 IP 카메라(110)를 통해 영상이 수집되는데, 예를 들면, 상기 카메라(110)를 구성하는 렌즈의 포맷 크기(format size)와 초점거리(focal length)를 각각 8mm로 설정하고, 상기 카메라(110)를 감시대상인 사면붕괴 감시영역(610)으로부터 약 30m 정도 이격시켜 설치하면 250m² 정도의 면적을 1대의 카메라(110)로 감시할 수 있다. 이에 따라, 감시대상 면적이 2,000m²인 경우는 8대의 카메라(110) 설치가 필요하다. 이때, 카메라 하우징(140)이 상기 카메라(110)의 보호 및 방수를 위해 상기 카메라(110)의 상부에 설치될 수 있다.
- [0073] 적외선 투광기(120)는 상기 지주(130) 상에 설치되어 초저조도의 야간 악천후 시 상기 카메라(110)에 적외선 조명을 제공하며, 예를 들면, 야간 악천후의 초저조도 환경에서도 상기 카메라(110)가 영상을 촬영할 수 있도록 도와주는 고성능 적외선 램프로써, 이에 따라, 야간 악천후의 경우는 근적외선의 흑백영상이 산사태 영상분석 단말(200)에게 전달된다.
- [0074] 지주(130)는 설치 및 해체 가능하도록 산사태 감지 현장에 설치되고, 고강도의 구조용 경량형강으로 제작되고, 상기 카메라(110)가 상단에 설치되고, 상기 적외선 투광기(120)가 상기 카메라(110)의 하부에 설치되며, 또한, 상기 지주(130)의 중앙부에 상기 산사태 영상분석 단말(200)이 장착될 수 있다. 특히, 상기 지주(130)는 현장에 장기간 방치되어야 하기 때문에 부식 등으로 인한 유지관리가 불필요하도록 방식 기능을 갖는 고강도 구조용 경량형강으로 제작되는 것이 바람직하다.
- [0075] 카메라 하우징(140)은 상기 카메라(110)의 보호 및 방수를 위해 상기 카메라(110)의 상부에 설치된다.
- [0076] 기초부(150)는 상기 지주(130)의 하단부에 결합되고, 상기 지주(130)의 설치 및 해체를 위해 지반에 매립되며, 예를 들면, 상기 지주(130)의 하부에 결합되어 지반에 매립되도록 설치된다. 구체적으로, 도 8의 b) 및 c)에 도시된 바와 같이, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈의 기초부(150)는 사각박스틀(151), 볼트 머리부(152), 볼트 축부(153), 지주 하부판(154) 및 체결너트(155)를 포함할 수 있지만, 이에 국한되는 것은 아니다.
- [0077] 사각박스틀(151)은 지반 상에 매립되고, 다수의 천공홀이 형성된다.
- [0078] 볼트 머리부(152)는 상기 지반에 매립되도록 상기 사각박스틀(151) 하부에 배치된다. 이때, 상기 볼트 머리부(152)는 상기 사각박스틀(151) 하면은 레벨을 맞추어 설치된다.
- [0079] 볼트 축부(153)는 상기 사각박스틀(151)에 형성된 다수의 천공홀을 통해 각각 상기 볼트 머리부(152)로부터 상부로 연장되도록 형성되고, 상단에 나사산이 형성된다.
- [0080] 지주 하부판(154)은 상기 지주(130)의 하부에 결합되고 상기 사각박스틀(151) 내에 안착되며, 상기 다수의 볼트 축부(153) 각각이 상부로 노출될 수 있도록 천공홀이 형성된다.
- [0081] 체결너트(155)는 상기 볼트 축부(153)에 형성된 나사산에 체결된다.
- [0082] 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 경우, 상기 카메라(110)에서 촬영된 붕괴위험 사면 표층면의 주야간 영상을 전달받아 분석하고, 표층붕괴를 유형별로 감지하여 영상정보 및 알람정보를 제공하는 산사태 영상분석 단말(200)이 상기 지주(130)에 부착 설치되며, 또한, 적어도 하나 이상의 산사태 영상분석 단말(200)로부터 영상정보 및 알람정보를 전송받아 전달하는 게이트웨이(300)가 다수의 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100) 중에서 어느 하나의 지주(130)에 설치될 수 있다.
- [0083] 구체적으로, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 경우, 카메라(110)가 상단에 설치되는 지주(130)가 지반에 매립되는 사각박스틀(151)의 중앙 내부로 결합되고, 상기 사각박스틀(151)은 천공홀이 다수 형성되어 내부에 볼트 머리부가 접하도록 세팅되며, 또한, 상기 볼트 머리부로부터 연장되는 볼트 축부가 천공홀에 삽입되어 사각박스틀(151) 내부로부터 외부로 돌출된다.
- [0084] 또한, 경량형강 지주(130)와 기초부(150)가 설치되면 카메라(110), 카메라 하우징(140) 및 고성능 적외선 램프인 적외선 투광기(120) 등이 고강도 구조용 경량형강인 지주(130)에 부착되며, 또한, 산사태 영상분석 단말

(200) 및 게이트웨이(300)가 상기 지주(130)에 부착되도록 설치된다. 이때, 상기 지주(130), 기초부(150), 카메라 하우징(140) 등이 모듈화되어 있으므로 설치 과정에서 발생하는 불필요한 시간 소모를 최소화할 수 있다. 이에 따라, 현장 작업자는 각 구성품을 미리 마킹된 위치에 부착 및 체결만 하면 되므로 신속하게 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100)을 설치할 수 있고, 해체도 신속하게 진행할 수 있다.

- [0085] 한편, 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈의 다른 예를 나타내는 도면으로서, 도 9의 a)는 현장설치 산사태 감지 모듈의 구성도이고, 도 9의 b)는 현장설치 산사태 감지 모듈의 기초부를 나타내는 평면도이며, 도 9의 c)는 현장설치 산사태 감지 모듈의 기초부를 나타내는 단면도이다.
- [0086] 도 9의 b) 및 c)에 도시된 바와 같이, 기초부(150)는, 다수의 앵커체(156), 지주 하부판(157) 및 체결너트(158)를 포함할 수 있다.
- [0087] 다수의 앵커체(156)는 소형 스파이럴 파일이나 케미컬 앵커로 형성되며, 도 9의 c)에 도시된 바와 같이, 콘크리트 기초부 타설 없이 지지력을 발휘하도록 상기 지반에 형성되는 천공홀(h)에 삽입 고정되고, 상단에 나사산이 형성된다.
- [0088] 지주 하부판(157)은 상기 지주(130)의 하부에 결합되고, 상기 다수의 앵커체(156) 각각이 상부로 노출될 수 있도록 천공홀이 형성된다.
- [0089] 체결너트(158)는 상기 다수의 앵커체(156)가 상기 지주 하부판(157)에 체결되도록 상기 다수의 앵커체(156)에 형성된 나사산에 체결된다.
- [0090] [딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법]
- [0091] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법의 동작흐름도이다.
- [0092] 도 10을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법은, 먼저, 딥러닝-기반 산사태 분산 감지를 위한 현장설치 산사태 감지 모듈(100)을 현장에 설치한다(S110).
- [0093] 다음으로, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)에 산사태 영상분석 단말(200) 및 게이트웨이(300)를 연결한다(S120). 여기서, 상기 산사태 영상분석 단말(200)은 분산형으로 설치되고, 상기 CNN 알고리즘에 따른 학습과정에서 발생하는 오류를 보완하여 암석 활동 감지 정확도를 향상시키도록 SSD(Single Shot MultiBox Detector)-기반 FPN(Feature Pyramid Network) 알고리즘을 적용하는 것이 바람직하다.
- [0094] 다음으로, 상기 산사태 영상분석 단말(200)을 통해 산사태 감지대상에 대한 감시영역을 설정한다(S130).
- [0095] 다음으로, 상기 산사태 영상분석 단말(200)이 산사태 감지대상에 대한 딥러닝-기반 감지대상 학습을 수행한다(S140). 이때, 딥러닝-기반 감지대상 학습은 필요에 따라 추가적인 학습이 이루어질 수 있다.
- [0096] 다음으로, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 카메라(110) 및 적외선 투광기(120)를 통해 산사태 감지대상에 대한 감지 영상을 수집한다(S150).
- [0097] 다음으로, 상기 산사태 영상분석 단말(200)이 수집된 영상으로부터 표층붕괴 또는 표층진동을 분석한다(S160).
- [0098] 다음으로, 산사태 이벤트 발생 시, 상기 게이트웨이(300)를 경유하여 산사태 이벤트에 대한 SMS 알람을 관리자 단말(500)에게 통지한다(S170).
- [0099] 다음으로, 상기 산사태 분석 결과를 상기 게이트웨이(300)를 경유하여 원격 서버(400)에게 전송한다(S180). 여기서, 상기 원격 서버(400)는 다수의 산사태 현장 각각에 설치된 게이트웨이(300)와 연결되어 다수의 산사태 현장을 관리하고, 예기치 않은 시스템의 셧다운에 대한 대응을 위해서 상기 산사태 영상분석 단말(200)과 게이트웨이(300)에 대한 원격 전원 온/오프 기능을 제공할 수 있다.
- [0100] 이에 따라, 상기 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 적외선 투광기(120)는 초저조도의 야간 악천후 환경에서 상기 카메라(110)에 조명을 제공하도록 최적화된 고성능 적외선 램프이며; 상기 산사태 영상분석 단말(200)은 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘을 이용하여 딥러닝-기반 학습을 수행한다.
- [0101] 또한, 상기 산사태 영상분석 단말(200)은 CNN 알고리즘을 이용하여 딥러닝-기반 학습을 수행하여 현장감시에 필요한 수준의 산사태 감지 정확도를 확보하되, 상기 CNN 학습 시 산사태 영상자료 이외에 산사태 이벤트에 대해 표층붕괴 유형별로 3D 시뮬레이션 영상을 추가로 제작하여 적용할 수 있다.
- [0102] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따르면, 초저조도 야간 강우 환경에서도 현장감시에 필요한 수준의 산사태를 감

시하고, 영상학습 데이터와 카메라를 이용한 진동 측정 데이터를 기준으로 산사태 발생이 판단되면, 10초 이내에 사용자에게 알람을 송신하고, 사용자의 제어 명령에 맞춰 10초 이내에 시스템이 원격 응답할 수 있다.

[0103] 한편, 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 게이트웨이를 예시하는 사진이다.

[0104] 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서, 게이트웨이(300)는 사물인터넷(IoT) 게이트웨이로 구현될 수 있고, 도 10에 도시된 바와 같이, ARM(Advanced RISC Machines Ltd.) CPU(Central Processing Unit) 모듈을 중심으로 하여 현장설치 산사태 감지 모듈(100)과의 연동 또는 시설물 제어를 위한 다양한 입출력 포트와 다양한 외부장비 등과 통신하기 위한 통신포트를 내장하고 있다. 이때, 상기 게이트웨이(300)는 사용자 또는 관리자의 조작 편의성을 위하여 LCD(Liquid Crystal Display) 및 키패드, RTC(Real Time Clock) 등을 내장할 수 있지만, 이에 국한되는 것은 아니다.

[0105] 이러한 게이트웨이(300)는 임베디드 리눅스 시스템을-기반으로 하여, 타이머 서비스 및 각종 디바이스들에 대한 IO 추상화 계층, 센서값을 수집하고 이에 대한 실시간 이벤트를 발생시키는 서비스 스케줄러, 임베디드 웹서비스와 통신하여, 원격 전원 장치에 온/오프 명령을 전달하는 프로토콜 핸들러, 정기적으로 또는 이벤트가 있을 경우, 등록된 사용자에게 문자 메시지를 전송하는 역할을 담당하는 이벤트 핸들러, LCD 장치의 사용자 인터페이스(User Interface: UI)를 처리하는 UI 핸들러 등으로 구성될 수 있다.

[0106] 이러한 게이트웨이(300)는 초기 시작 시, 장치 및 네트워크를 초기화하고 자체 센서 인터페이스로부터 센서 값을 주기적 또는 실시간으로 수집한다. 또한, 상기 게이트웨이(300)는 웹 명령 인터페이스로부터 명령을 수신받아 지정된 전원 출력을 제어하며 상태 값을 웹 인터페이스에게 전달한다.

[0107] 또한, 상기 게이트웨이(300)는 상기 산사태 영상분석 단말(200)로부터 요청을 받아서 관리자 단말(500)에게 긴급 이벤트 상황을 알리는 문자 메시지를 전달하며, 요청 시의 이미지를 상기 산사태 영상분석 단말(200)로부터 읽어 와서 향후 관리자가 임베디드 웹에 접속하여 이벤트 발생 시의 이미지를 확인할 수 있다.

[0108] 한편, 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법의 표층 붕괴 전 작동을 예시하는 도면이다.

[0109] 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서, 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템이, 도 12에 도시된 바와 같이, 야간 악천후에 산사태 위험이 높은 지역에 설치될 수 있다. 또한, 표층붕괴 위험이 높은 지역은 가로등이 설치되지 않아 인공조명이 없는 경우가 대부분이며, 특히, 야간 악천후의 경우는 초저조도 환경으로서 육안으로는 수 m 전방의 물체도 식별하기 어렵게 된다. 이때, 기존의 실외용 카메라의 경우에도 적외선 램프가 내장되어 있지만, 이러한 적외선 램프는 출력이 적기 때문에 초저조도 환경하에서는 영상감시가 어려운 것이 현실이다.

[0110] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 경우, 최적화된 고성능 적외선 램프인 적외선 투광기(120)를 이용하여 야간 악천후, 초저조도 환경 하에서 산사태 영상감시 문제를 해결할 수 있다.

[0111] 구체적으로, 감시 카메라(110)의 촬영범위는 적외선 투광기(120)의 투광범위 보다 좁게 되며, 이때, 감시폭과 감시높이는 카메라(110)의 화상소자(CCD)의 크기와 초점거리에 따라 달라지게 된다. 예를 들면, 1/3인치, 8mm 볼렛형(Bullet Type) 카메라를 8대 사용할 경우, 15~30m 감시거리에서 폭 15~60m 및 높이 50m 사면에 대한 감시가 가능하다. 이때, 사용자는 카메라 영상을 확인한 후, 감시영역을 설정하고, 위험도가 높은 지점에 추가적으로 감시 포인트를 설정할 수 있다. 여기서, 상기 감시 포인트는 적어도 하나 이상 설정할 수 있다.

[0112] 도 12는 감시대상이 도로사면을 반대편에서 감시하는 예를 보여주고 있지만, 필요에 따라 붕괴가 예상되는 도로사면 측면에 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈을 설치하여 측면에서 관찰하는 형태로도 사용할 수 있다.

[0113] 한편, 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 표층 붕괴 후 작동을 예시하는 도면이다.

[0114] 도 13에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법의 경우, 표층붕괴가 시작되면, 상기 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100)에 연결되는 산사태 영상분석 단말(200)이 이를 감지하여 붕괴유형을 분류한 후, 상기 관리자 단말(500)에게 신속하게 SMS 알람을 통보할 수 있다.

- [0115] 이에 따라, 상기 관리자 단말(500)은 SMS 알람 정보를 수신한 후, 표층 탈락, 활동, 전도, 퍼짐, 유동 여부를 바로 확인할 수 있다. 또한, 산사태 영상분석 단말(200)의 설정 상태에 따라 표층의 이상 진동에 대한 SMS 알람도 전송받을 수 있다. 이와 같이 표층붕괴 알람을 수신한 후에 상기 관리자 단말(500)은 현장에 설치된 게이트웨이(300)를 통해 현장의 IP 카메라(110)에 접속하여 실시간으로 현장상황을 확인할 수 있고, 또한, 여러 관계자들도 현장을 확인하면서 신속하게 대책을 수립할 수 있다.
- [0116] 결국, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 시스템의 경우, 야간 악천후에도 현장을 신속하게 영상으로 확인할 수 있기 때문에 상황 전파 및 사고 대응 시간을 줄일 수 있다.
- [0117] 한편, 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 현장설치 산사태 감지 모듈 및 산사태 영상분석 단말이 현장에 설치된 것을 예시하는 도면이다.
- [0118] 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법은 도 13에 도시된 바와 같이, 표층붕괴 위험이 높은 지역에서 신속하고 저렴한 비용으로 감시 포인트를 확보해야 하며, 이에 따라, 고정식이 아닌 신속한 설치 및 해체가 가능한 이동식으로 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100)을 구현할 수 있다.
- [0119] 구체적으로, 전술한 바와 같이, 소형 볼트 결합이 가능한 고강도 구조용 경량형강을 사용하여 감시용 지주를 구성할 수 있고, 또한, 앵커체에 의한 고강도 구조용 경량형강을 사용하여 감시용 지주를 구성할 수 있다. 이때, 지주(130)를 형성하는 구조용 경량형강은 가볍기 때문에 인력운반이 용이하며, 또한, 기존의 크레인 사용이나 교통통제 작업 없이, 간단히 조립만으로 지주를 구성할 수 있다.
- [0120] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100)의 경우, 상기 지주(130)의 하부구조에 연결되는 기초부(150)는, 도 8에 도시된 바와 같이 사각박스틀과 소형 볼트 접합을 통해 연결하는 구조 이외에도, 도 9에 도시된 바와 같이, 간단한 바닥 고르기 작업을 수행한 후, 지주 하부판을 소형 스파이럴 파일이나 케미컬 앵커와 같은 앵커체를 이용하여 지반에 고정함으로써, 콘크리트 기초부 타설 없이도 충분한 지지력을 발휘할 수도 있다. 특히, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 현장설치 산사태 감지 모듈(100)을 경량으로 구현할 수 있으므로 지반조건이 암반이 아닌 경우 지주 설치 및 해체 시간을 단축할 수 있다.
- [0121] 한편, 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 산사태 이벤트 발생을 감지한 것을 예시하는 도면이다.
- [0122] 상기 산사태 영상분석 단말(200)은 감시영역 설정, 감시대상 학습, 표층붕괴 분석, 표층진동 분석, 이벤트 알람, 원격 연결/제어 및 원격 전원 온/오프 기능을 제공할 수 있다. 또한, 상기 산사태 영상분석 단말(200)은 CNN(Convolution Neural Network) 알고리즘을 이용하여 딥러닝-기반 학습을 수행하여 현장감시에 필요한 수준의 산사태 감지 정확도를 확보하되, 상기 CNN 학습 시 산사태 영상자료 이외에 산사태 이벤트에 대해 표층붕괴 유형별로 3D 시뮬레이션 영상을 추가로 제작하여 적용할 수 있다.
- [0123] 한편, 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 게이트웨이를 통해 원격 스위치를 온/오프 제어하는 것을 예시하는 도면이다.
- [0124] 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법의 경우, 도 16에 도시된 바와 같이, 예기치 않은 시스템의 첫다운에 대한 대응을 위해, 상기 산사태 영상분석 단말(200)과 게이트웨이(300)에 대한 전원 온/오프 기능을 제공한다.
- [0125] 특히, 원격 전원 온/오프 기능은 원격 관리의 핵심기능으로서, 해당 기능이 없는 경우, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 시스템의 첫다운 시에 재부팅을 위해 현장에 관리자가 매번 방문해서 점검해야 하는 어려움이 있다. 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법은 관리자의 부담을 대폭 경감시킬 수 있도록 안정적인 원격 전원 온/오프 기능을 제공한다.
- [0126] 이때, 상기 산사태 영상분석 단말(200)의 전체 전원 온/오프는 상기 게이트웨이(300)를 통해 제어되며, 전원은 켜져 있지만, 상기 산사태 영상분석 단말(200)이 재부팅되지 않는 경우, 바이오스(Basic Input Output System: BIOS) 레벨 제어를 통해 원격으로 재부팅할 수 있다.
- [0127] 한편, 도 17a 내지 도 17c는 각각 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에 적용되는 산사태 이벤트 학습용 3D 시뮬레이션 영상을 예시하는 사진으로서, 도 17a는 주간 환경을 나타내고, 도 17b는 야간 강우 환경을 나타내며, 도 17c는 적외선(Infrared Ray: IR) 강우 환경을 각각 나타낸다.
- [0128] 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서, 3D 시뮬레이션 영상을 이용한 신경망 학습은

완벽히 제어된 환경에서 시뮬레이션이 가능하고, 카메라 효과(초점 변화, 왜곡, 노이즈 등)를 간편하게 줄 수 있으며, 필요 시 센서 데이터도 시각화할 수 있고, 장면의 동적 변경(주간, 야간, 눈, 비)이 가능하고, 정답 데이터(Ground Truth Data) 생성이 가능하다는 특징을 가지고 있다. 공공시설물의 경우 중요도가 매우 높지만 재난재해 이벤트에 대한 데이터가 부족하기 때문에 딥러닝 학습이 어려운 것이 현실이다. 따라서, 이러한 어려움을 해결하기 위해 3D 시뮬레이션 영상으로 학습된 신경망을 이용하여 산사태 이벤트를 감지할 수 있다.

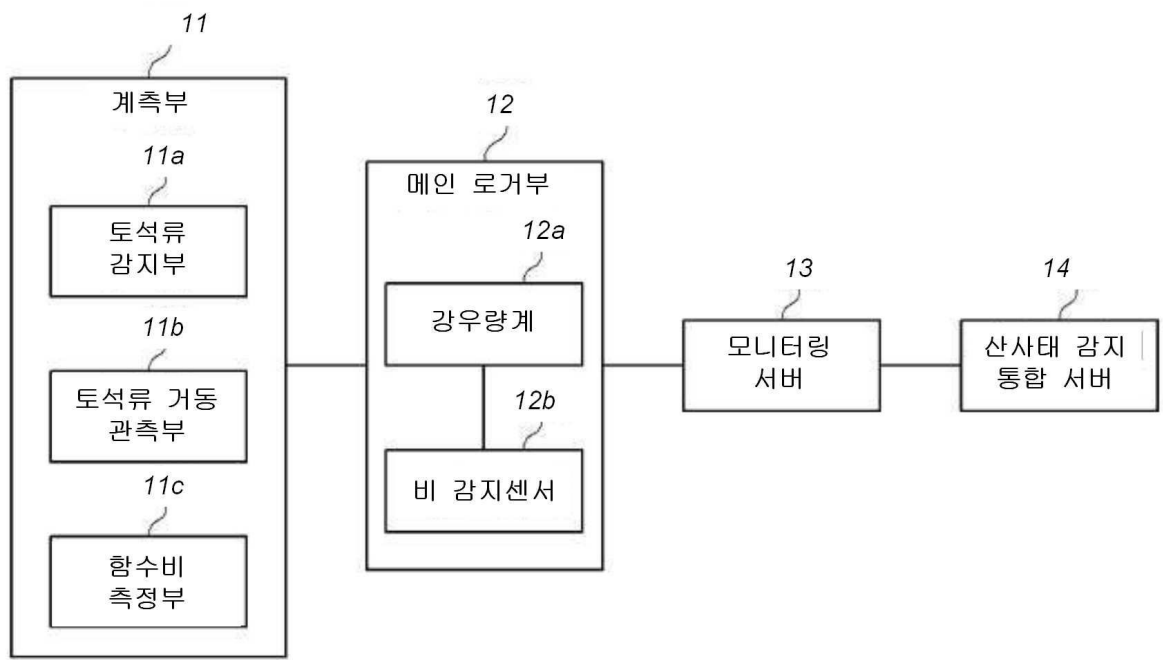
- [0129] 한편, 도 18은 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서 주간, 야간 강우 및 적외선 강우에 대한 딥러닝 학습을 예시하는 도면이다.
- [0130] 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법의 경우, 기발생된 산사태 위험지역 정보를 참고로 하여 위험지역을 결정하고, 국토정보지리원의 국토정보플랫폼에서 제공하는 수치지형도(DXF 파일) 정보를 바탕으로 위험지역의 3D Surface 데이터를 생성하고, 이러한 3D Surface 데이터를 토대로 3D 지형을 생성한 후, 지형 위에 암석들을 배치한 후, 실제 암석의 활동과 유사하게 모델링 작업을 진행한다.
- [0131] 단지 주간 영상으로만 딥러닝 학습을 진행하면 야간환경과 강우환경의 인식률이 현저히 떨어지고, 오감지율이 증가할 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝-기반 산사태 분산 감지 방법에서, 도 18에 도시된 바와 같이, 주간, 야간 강우, IR(적외선) 강우 환경을 고려하여 암석 활동 영상과 스틸컷 이미지를 제작하였다.
- [0132] 결국, 본 발명의 실시예에 따르면, 야간 악천후에도 현장을 신속하게 영상으로 확인할 수 있기 때문에 상황 전파 및 사고 대응 시간을 줄일 수 있다.
- [0133] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 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 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0134] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 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.

부호의 설명

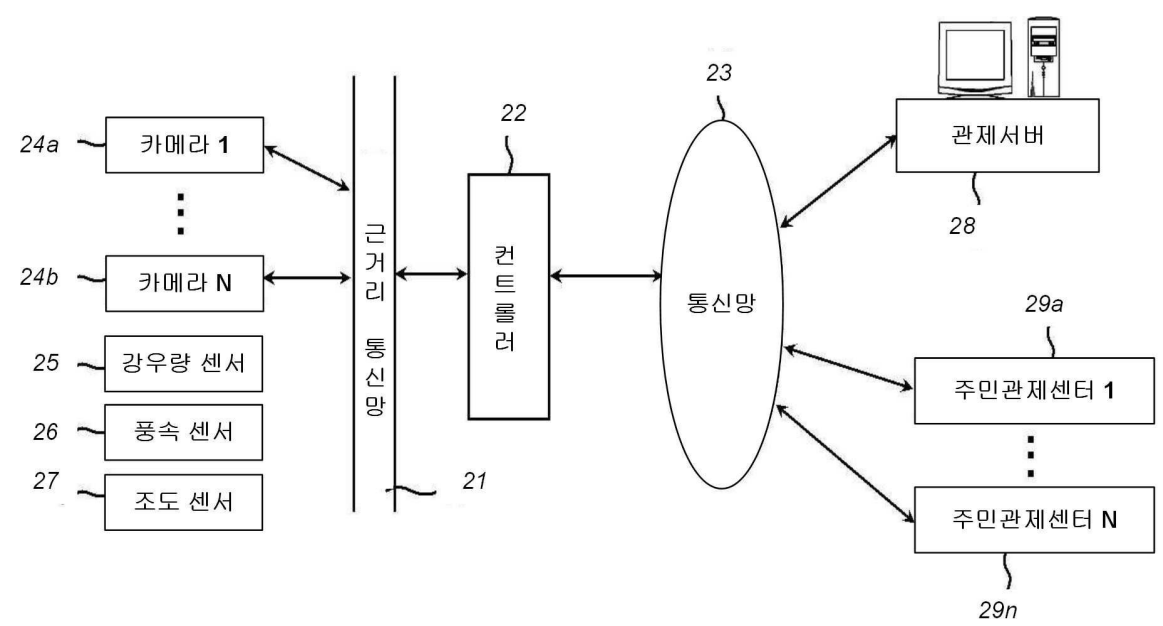
- [0135] 100: 현장설치 산사태 감지 모듈 200: 산사태 영상분석 단말
- 300: 게이트웨이 400: 원격 서버
- 500: 관리자 단말 110: 카메라
- 120: 적외선 투광기 130: 지주
- 140: 카메라 하우징 150: 기초부
- 151: 사각박스를 152: 볼트 머리부
- 153: 볼트 축부 154: 지주 하부관
- 155: 체결너트 156: 앵커체
- 157: 지주 하부관 158: 체결너트
- 610: 사면붕괴 감시영역 620: 감시 포인트
- 630: 적외선 투광기 투광영역

도면

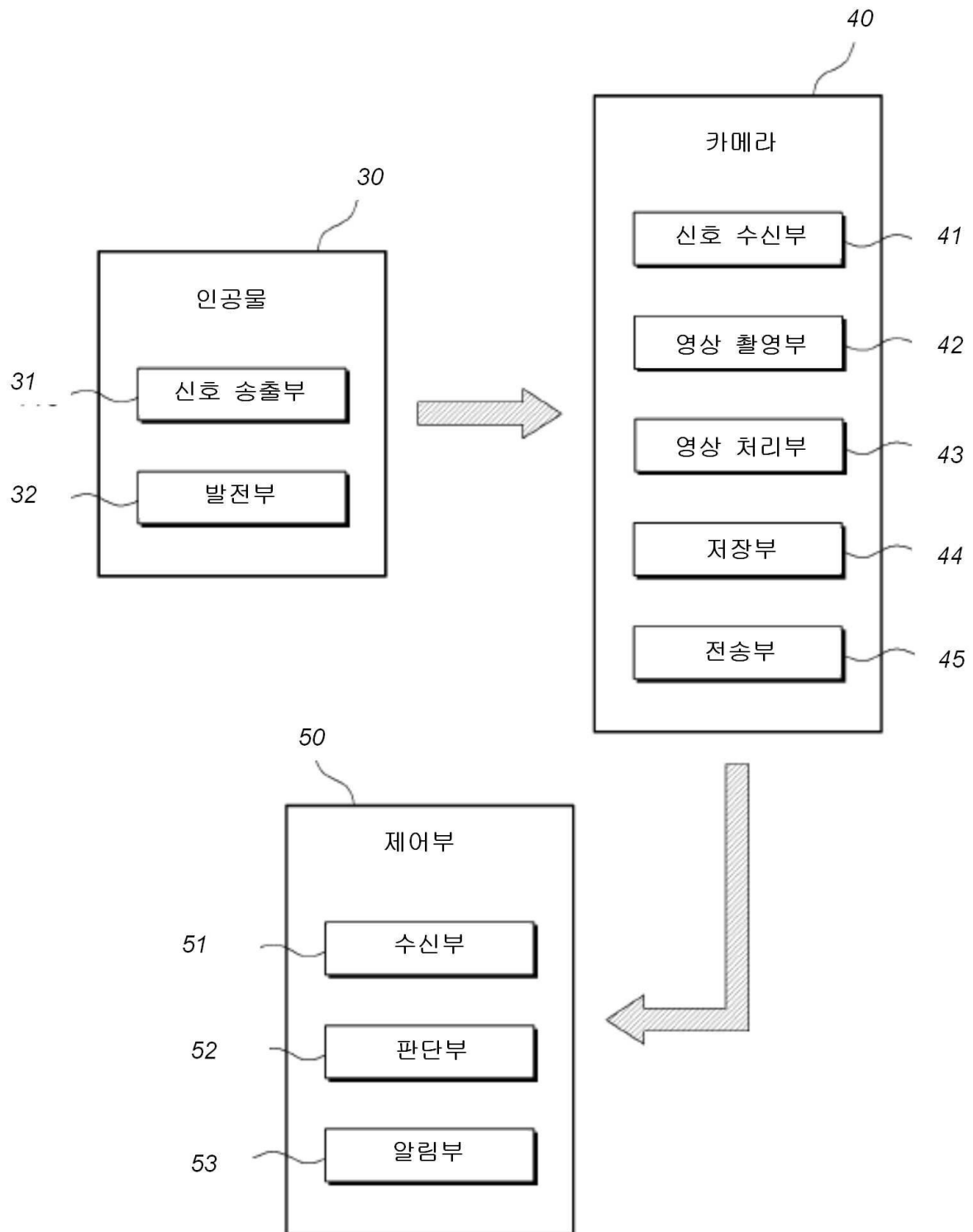
도면1



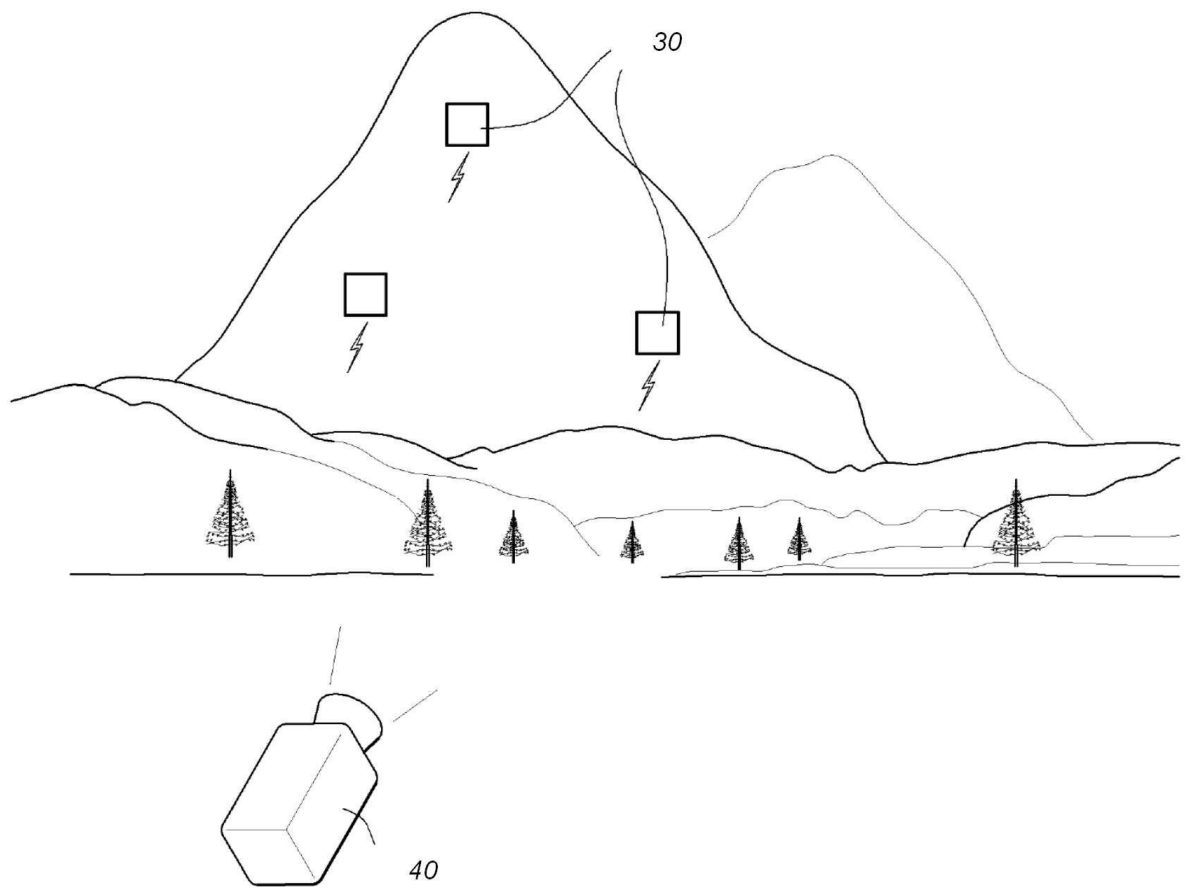
도면2



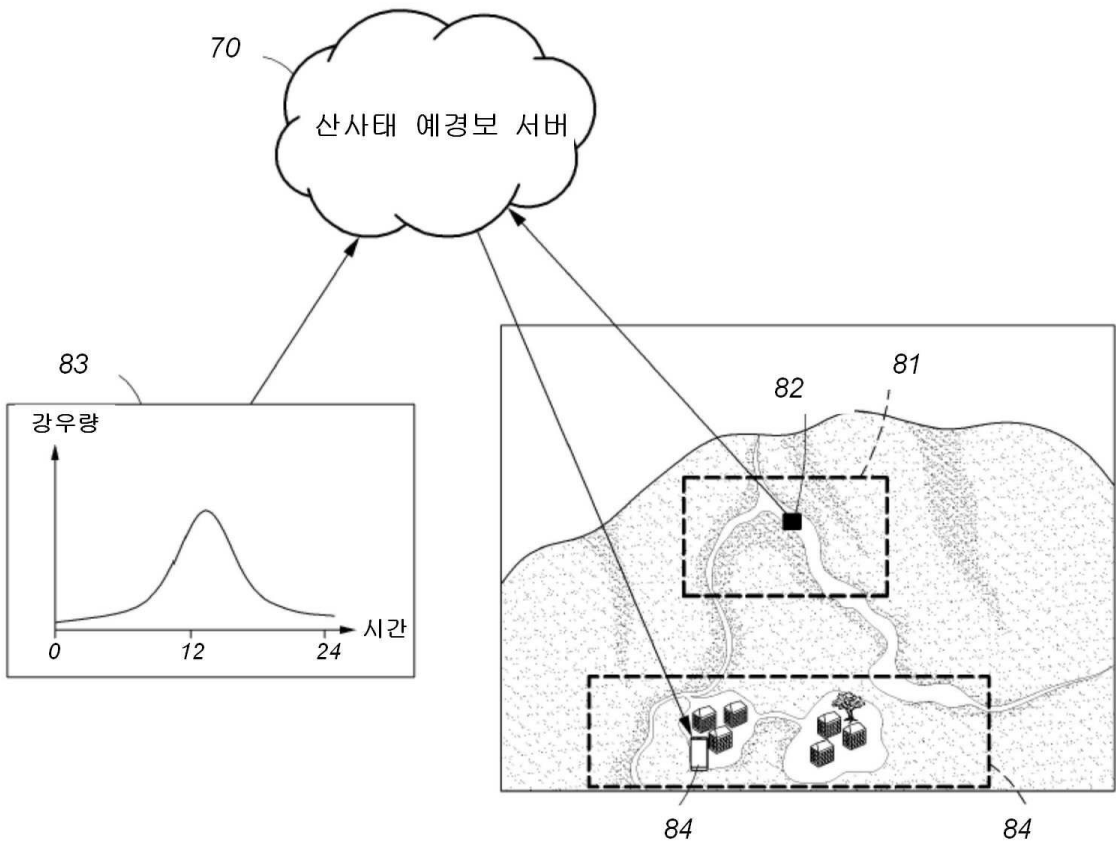
도면3a



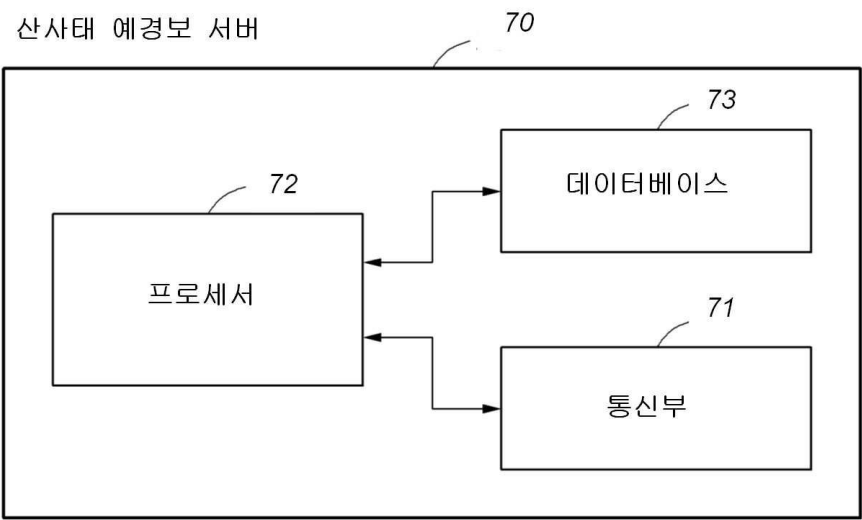
도면3b



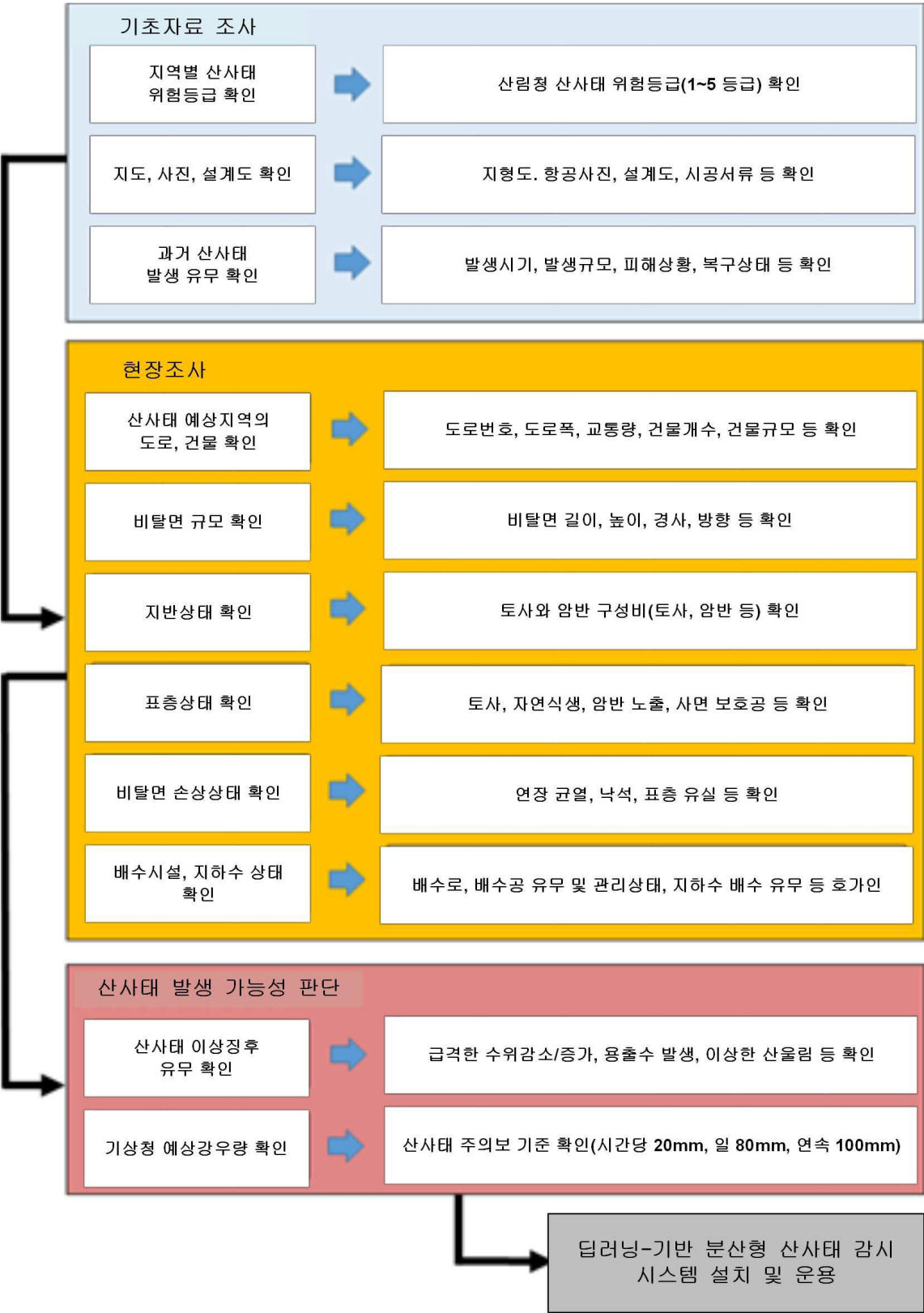
도면4a



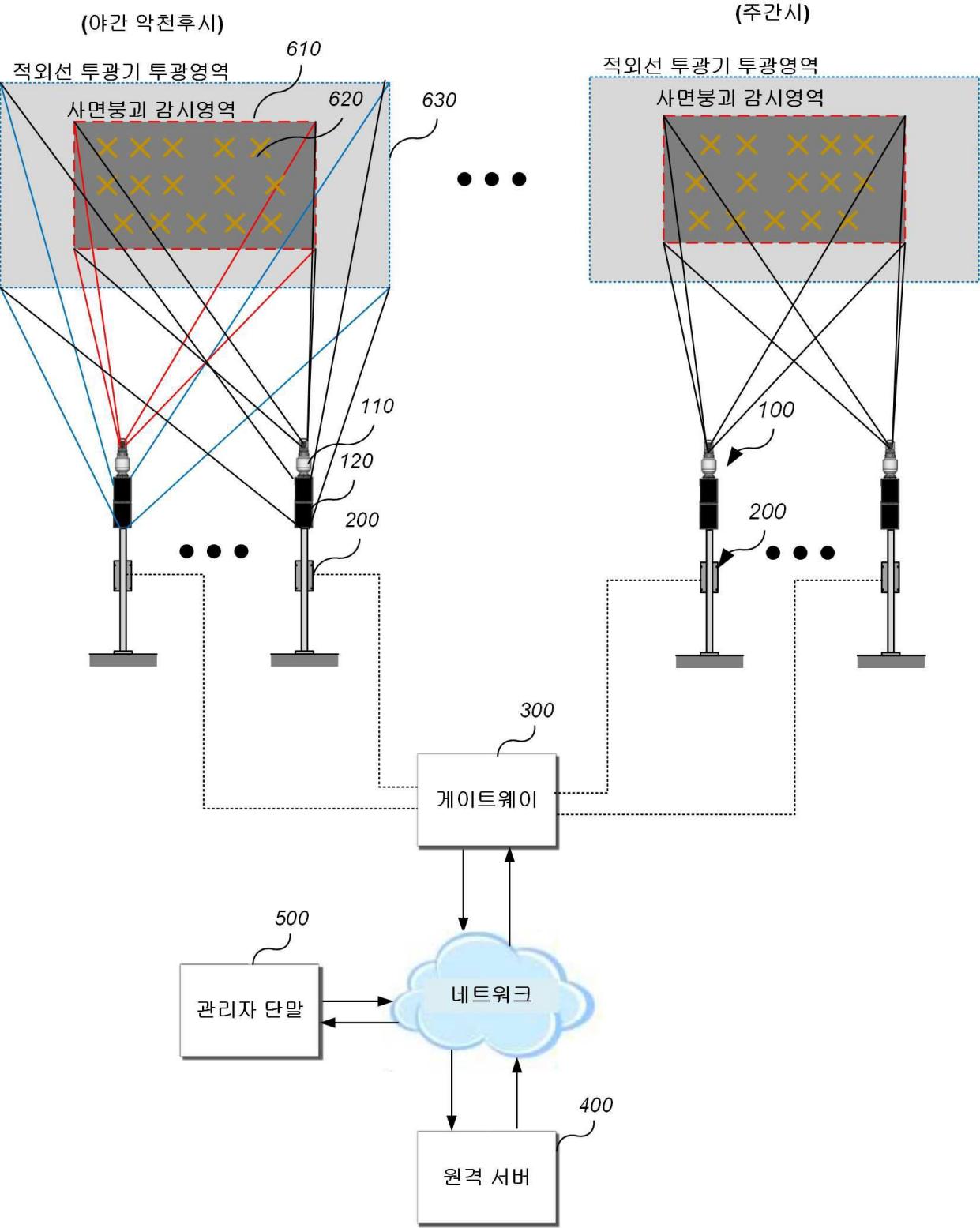
도면4b



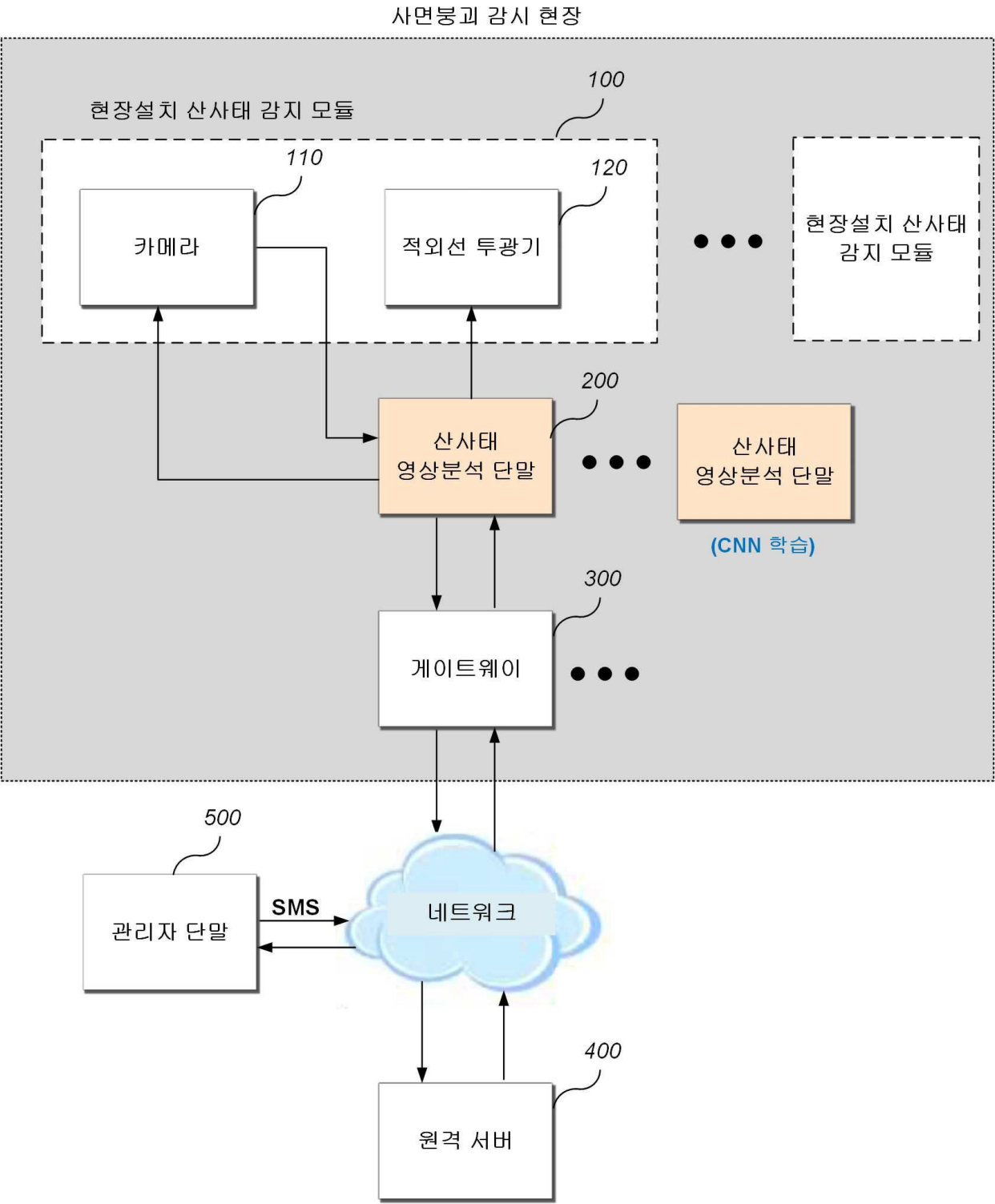
도면5



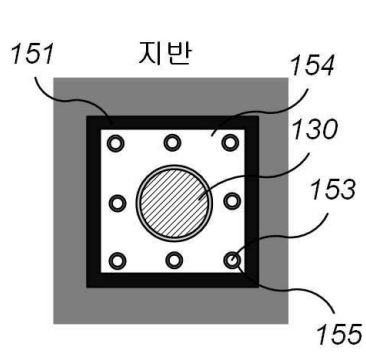
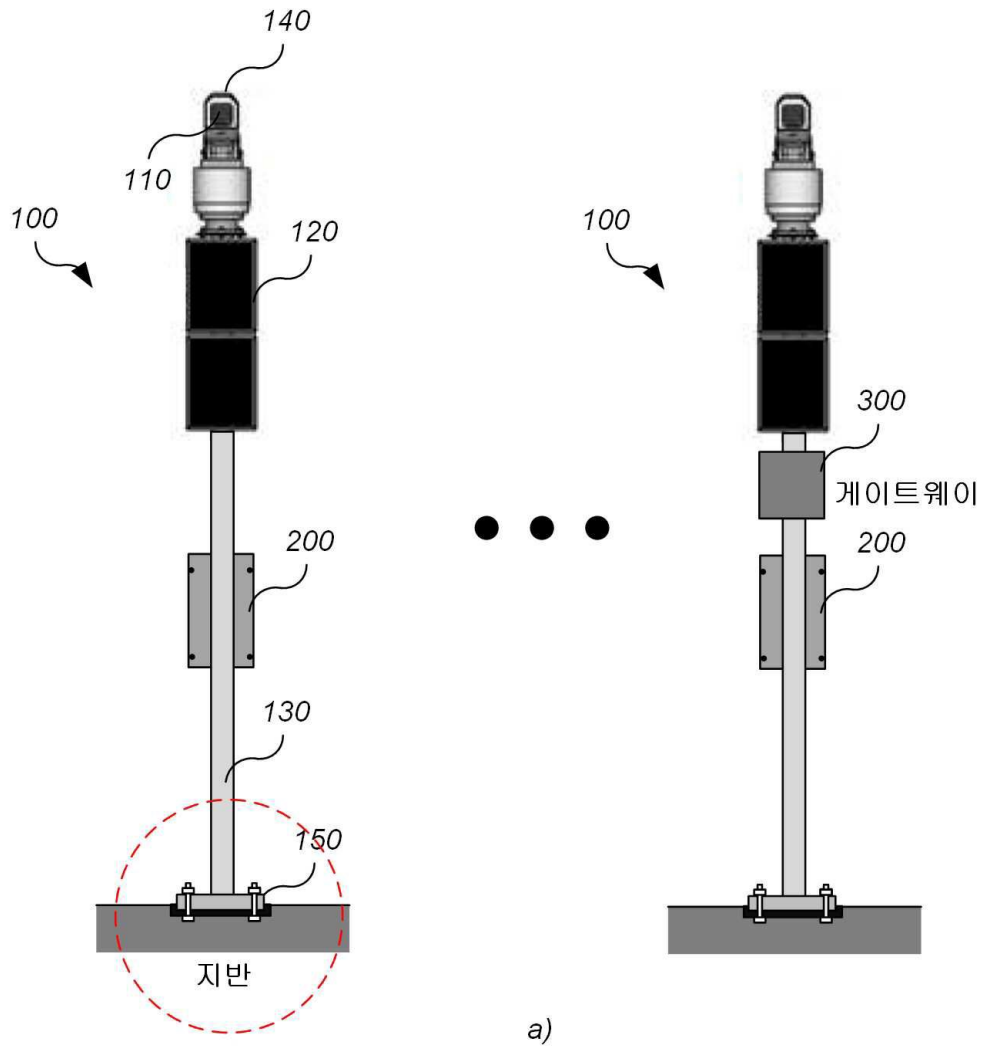
도면6



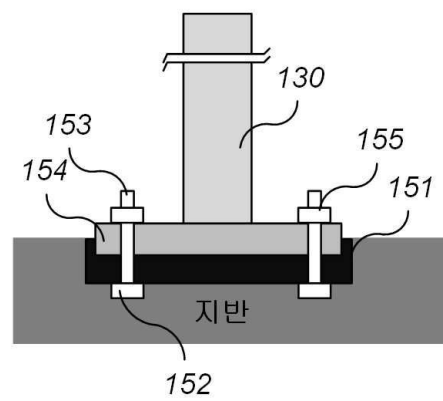
도면7



도면8

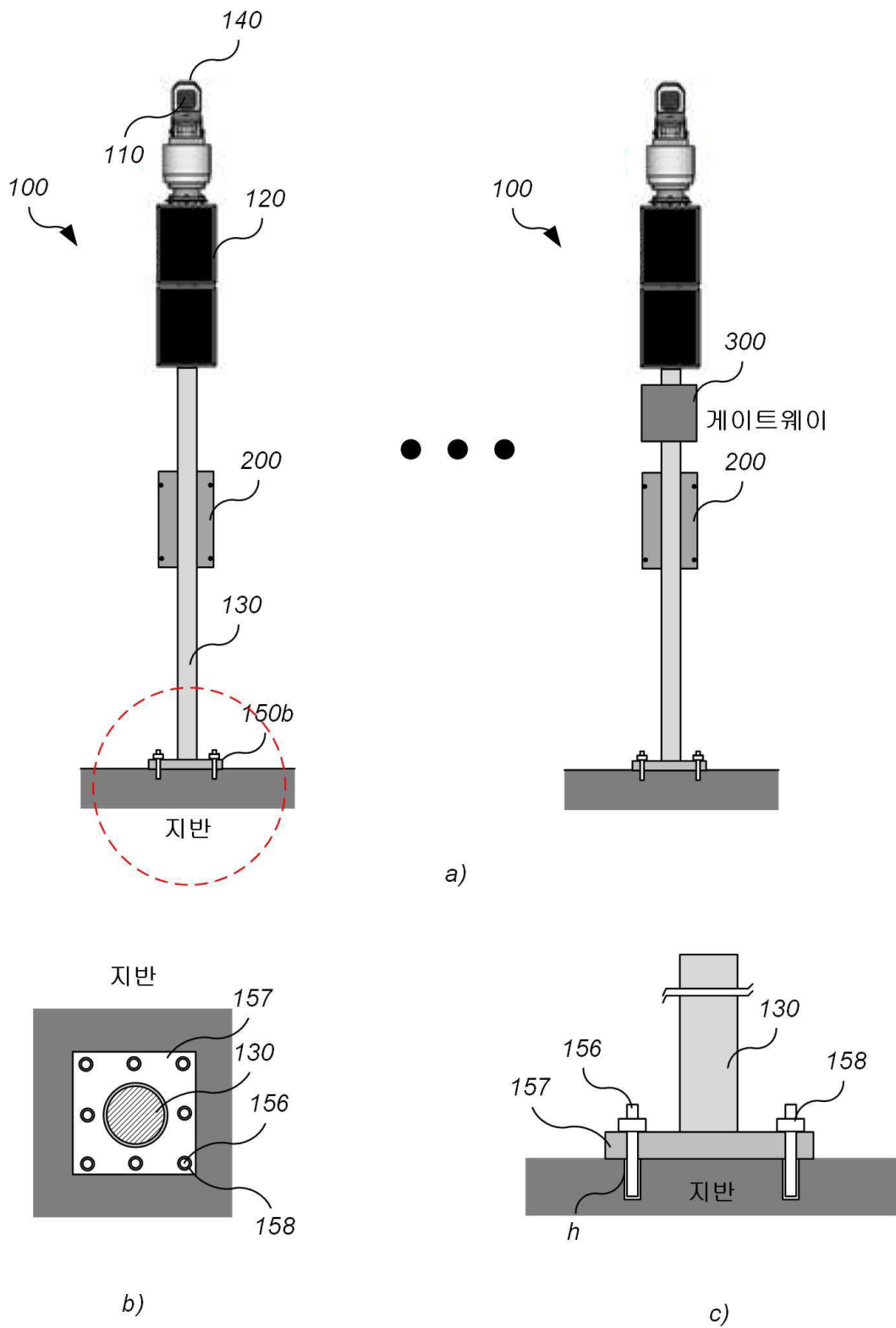


b)

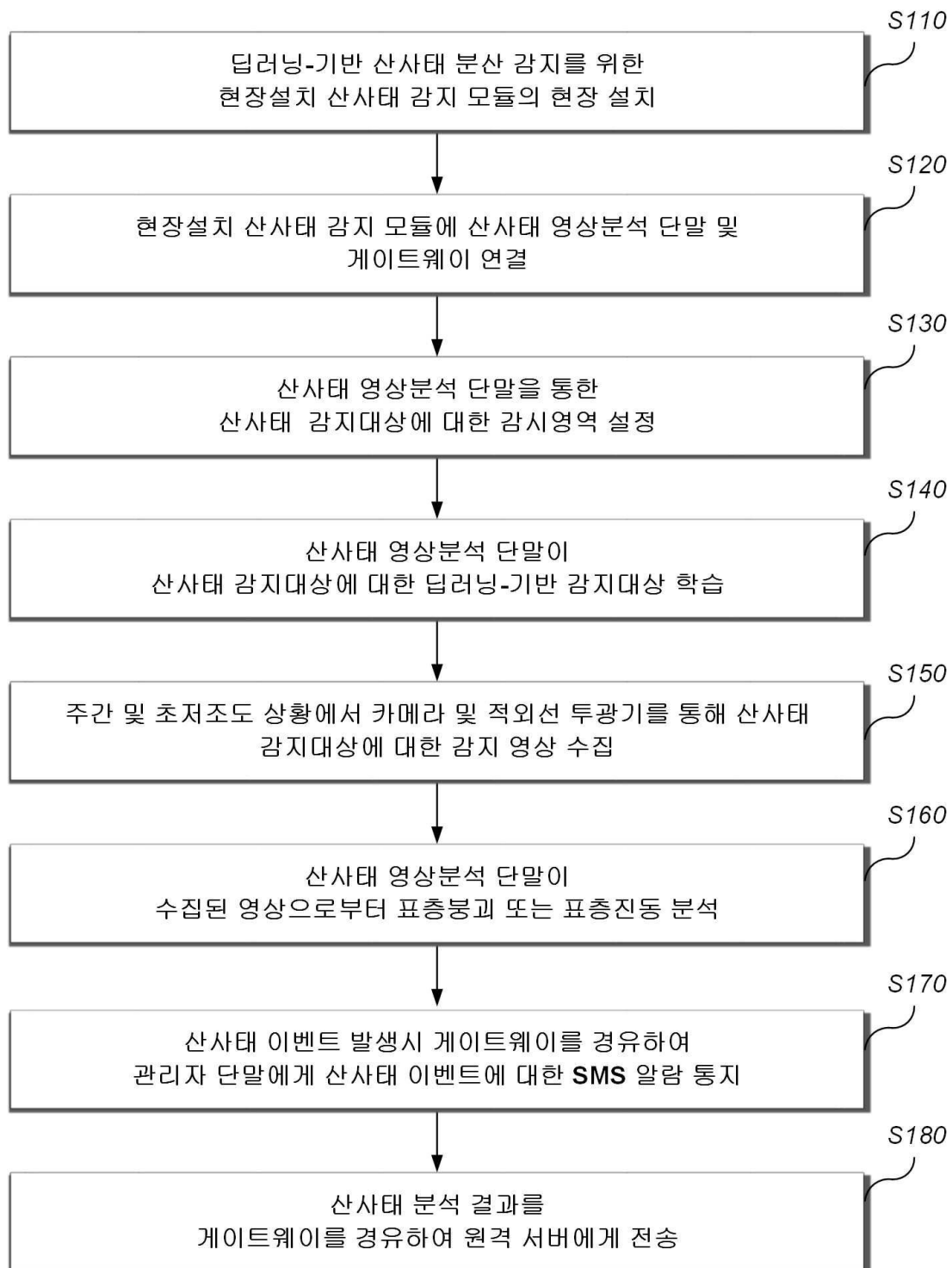


c)

도면9



도면10

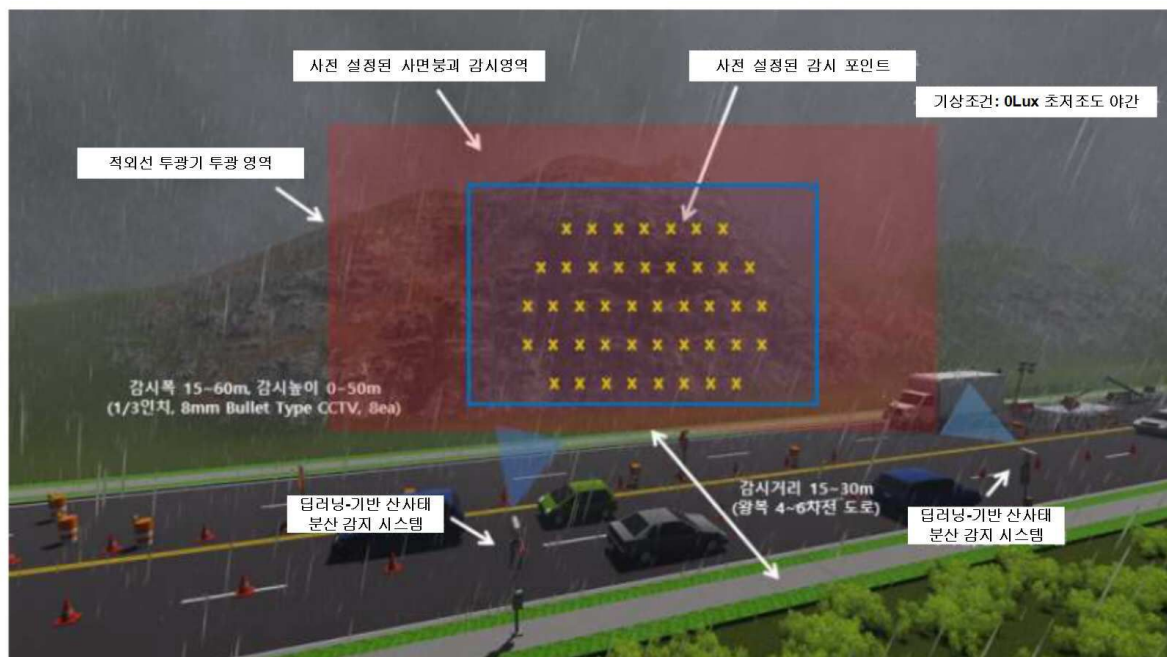


도면11

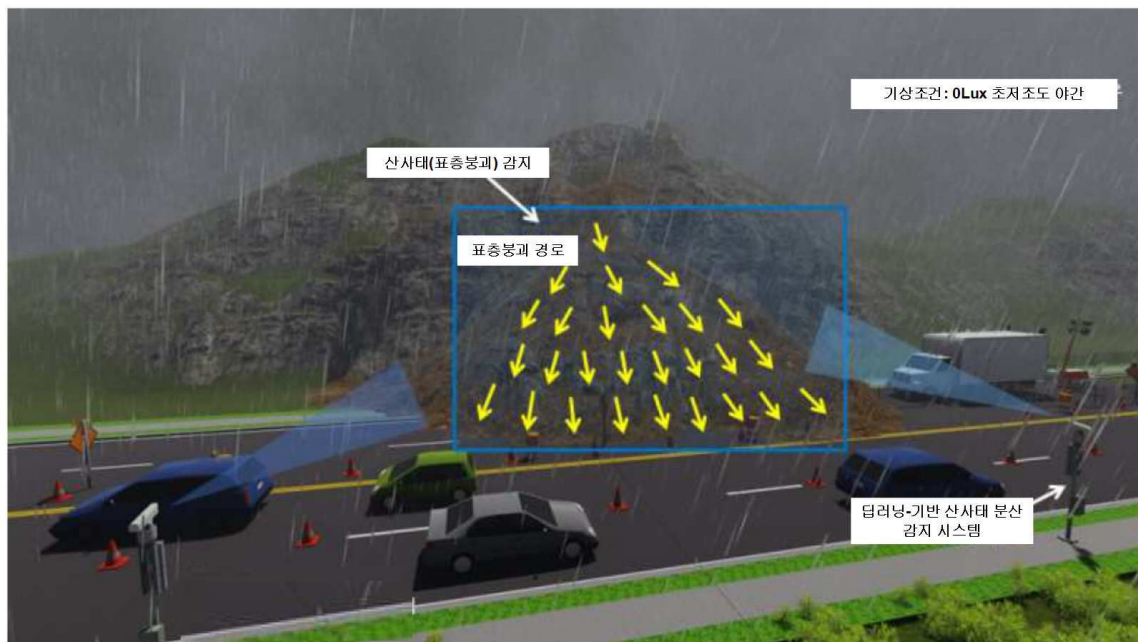
300



도면12



도면13



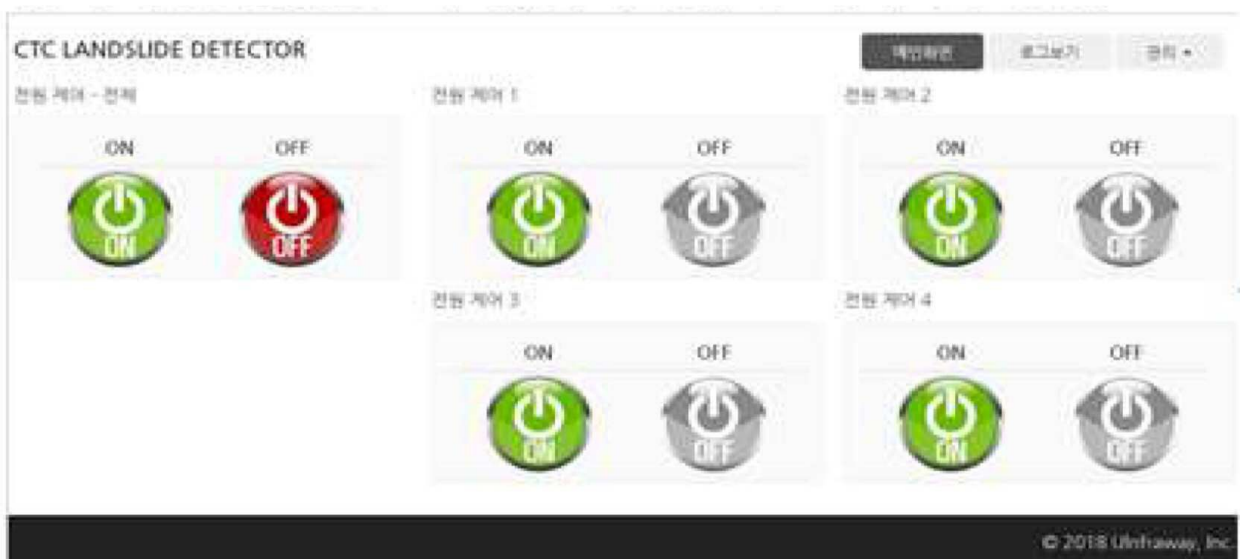
도면14



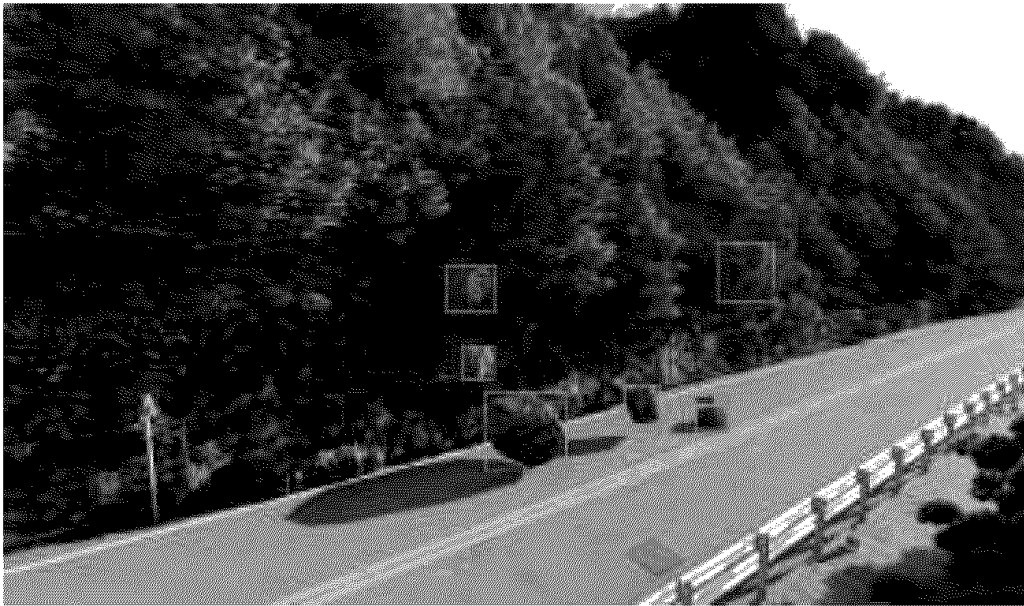
도면15



도면16



도면17a



도면17b



도면17c



도면18

주간	야간 강우	적외선(IR) 강우
