



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0055082  
(43) 공개일자 2022년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02S 50/10 (2014.01) G06T 7/00 (2017.01)  
G06T 7/194 (2017.01) G06T 7/70 (2017.01)  
H02S 20/32 (2014.01)

(52) CPC특허분류  
H02S 50/10 (2015.01)  
G06T 7/0004 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0139193  
(22) 출원일자 2020년10월26일  
심사청구일자 2020년10월26일

(71) 출원인  
(주)메타파스  
전라남도 나주시 문화로 204, 제1동 401호(빛가람동, 하나로프라자)

(72) 발명자  
허철균  
경기도 용인시 기흥구 동백7로 80 백현마을코아루아파트

곽희규  
서울특별시 강서구 방화대로34길 88 마곡푸르지오

(74) 대리인  
고종욱

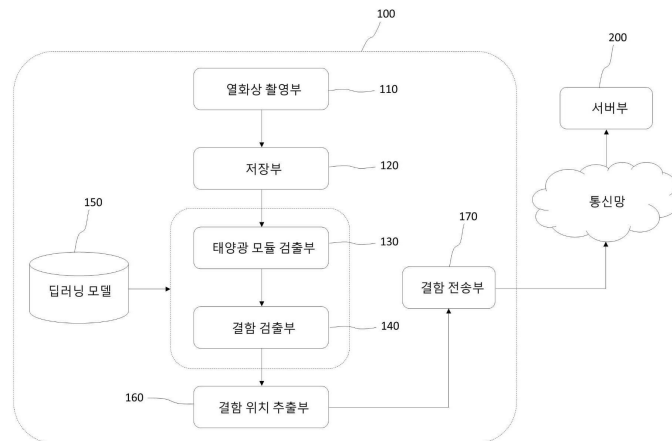
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템에 관한 것으로서, 태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하는 열화상 촬영부; 상기 열화상 촬영부에 의해서 출력되는 열화상 이미지를 저장하는 저장부; 상기 저장부에 저장된 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 태양광 모듈 검출부; 상기 태양광 모듈 검출부에 의해서 검출되는 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생한 태양광 모듈을 검출하는 결함 검출부; 상기 결함 검출부는 상기 결함이 발생한 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하는 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*G06T 7/194* (2017.01)

*G06T 7/70* (2017.01)

*H02S 20/32* (2015.01)

*Y02E 10/50* (2020.08)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템에 있어서,

태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하는 열화상 촬영부;

상기 열화상 촬영부에 의해서 출력되는 열화상 이미지를 저장하는 저장부;

상기 저장부에 저장된 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 태양광 모듈 검출부;

상기 태양광 모듈 검출부에 의해서 검출되는 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생한 태양광 모듈을 검출하는 결함 검출부;

상기 결함 검출부는 상기 결함이 발생한 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하는 것을 특징으로 하는 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 결함 검출부에 의해서 검출된 결함이 발생한 태양광 모듈의 위치를 추출하는 결함 위치 추출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 결함 검출부에서 구분하는 결함의 종류에는 PID 불량, 셀 불량, 바이패스 다이오드 불량이 포함되는 것을 특징으로 하는 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템.

#### 청구항 4

열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 무인 비행체에 있어서,

태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하는 열화상 촬영부;

상기 열화상 촬영부에 의해서 출력되는 열화상 이미지를 저장하는 저장부;

상기 저장부에 저장된 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 태양광 모듈 검출부;

상기 태양광 모듈 검출부에 의해서 검출되는 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생한 태양광 모듈을 검출하는 결함 검출부;

상기 결함 검출부는 상기 결함이 발생한 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하는 것을 특징으로 하는 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 무인 비행체.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 결함 검출부에 의해서 검출된 결함이 발생된 태양광 모듈의 위치를 추출하는 결함 위치 추출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 무인 비행체.

#### 청구항 6

열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템에 있어서,

통신망을 통하여 열화상 이미지를 전송 받는 수신부;

상기 수신부에 의해서 전송 받은 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 태양광 모듈 검출부;

상기 태양광 모듈 검출부에 의해서 검출되는 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생된 태양광 모듈을 검출하는 결함 검출부;

상기 결함 검출부는 상기 결함이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하는 것을 특징으로 하는 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템.

#### 청구항 7

열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 방법에 있어서,

열화상 촬영부에 의하여 태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하는 단계;

상기 출력되는 열화상 이미지를 저장부에 저장하는 단계;

상기 저장부에 저장된 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 단계;

상기 검출되는 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생된 태양광 모듈을 검출하는 단계;

상기 결함이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 방법.

#### 청구항 8

제 7 항의 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 방법을 실행시키기 위하여 저장매체에 저장된 컴퓨터프로그램.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 열화상 이미지로부터 태양광 모듈의 결함을 검출하기 위하여 딥러닝 기반으로 태양광 모듈을 먼저 검출하고 상기 태양광 모듈에 대하여 딥러닝 기반으로 결함을 검출하고 그 결함의 종류도 검출하는 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 전 세계 거의 모든 국가가 기후변화 완화를 위한 온실가스 배출 감축의 노력을 함에 따라 태양광(PV: Photovoltaic) 발전과 같은 재생 에너지 기술에 대한 관심이 급증하고 있다.

[0003] 국내 태양광 발전소는 정부 보급정책에 따라 지속적으로 확대되는 추세인 반면, 발전소 수명 연장 및 고효율화,

신뢰성 향상을 위한 장기적이고 안정적인 관리 체계는 미흡한 실정이다.

- [0004] 정부의 재생 에너지 비전에 따라 태양광 발전 효율을 높이고 20 ~ 25년까지 안정적으로 운영할 수 있는 선진국 수준의 운영관리 서비스 보급이 필요하다.
- [0005] 대부분 무인으로 운영되는 태양광 발전 시설 특성상 결함이 발생했을 때 발견하기가 힘들고 즉각적인 대응이 어려우며, 대규모 발전 설비에서 인력으로 그 결함을 검출하는 것은 시간, 비용, 효율성 측면에서 문제가 아주 크다.
- [0006] 최근 들어서 지능형 운영 관리 기술로서 드론, 인공지능(AI: Artificial Intelligence), 빅데이터 등을 융합하여 태양광 발전소의 결함 분석 및 진단 결과를 토대로 사용자(사업자, 운영 관리 기업 등)가 즉각적인 의사결정과 운영할 수 있는 체계 구축이 절실히 요구되고 있다.
- [0007] 드론과 AI 등이 결합하는 글로벌 응용서비스 시장의 대표적인 선도기업은 DroneDeploy, RaptorMaps, ABJDrones, Scopito 등 유럽 및 북미기업이 다수 있지만, 국내는 공공 및 대형 태양광발전소 등에서 드론을 활용한 검사 서비스 실증실험 단계로 진행되고 있으며, 아직은 본격적인 응용시장 태동 전 단계로 판단된다.
- [0008] 특히, 드론이 촬영한 고해상도 이미지(수백 ~ 수천장의 이미지)를 딥러닝 기반 AI가 사전에 분석하여 결함정보를 필터링하는 서비스는 사용자가 발전소 결함을 효율적으로 확인하는 핵심 특징으로 사용자의 요구가 매우 높다.
- [0009] 그러나 수백 ~ 수천장의 고해상도 이미지를 딥러닝 기반 AI가 사전에 분석하여 결함정보를 필터링하는 서비스는 컴퓨팅 자원의 소모가 증대되는 문제점이 있다.
- [0010] 공개특허공보 제10-2020-0048615호는 머신러닝기반 실시간 태양광발전소 검사 드론에 관한 것으로서, 관리 서버는 무인 비행체로부터 수신되는 특정 지점의 가시광 이미지 및 위치 정보를 상호 매칭하여 데이터베이스에 저장하고, 복수의 서로 다른 지점별 복수의 서로 다른 가시광 이미지를 하나의 합성 이미지인 정사 이미지로 합성하며, 상기 관리 서버는 상기 무인 비행체로부터 수신되는 복수의 상기 가시광 이미지를 좌표계가 미리 설정된 지도 정보의 지도 상에서 상기 복수의 가시광 이미지별로 수신된 위치 정보에 따라 상기 복수의 가시광 이미지 각각이 상기 지도 상에서 배치되는 위치를 식별하여 상기 지도 상에 배치한다. 상기 관리 서버는 상기 정사 이미지를 기초로 사용자 입력에 따라 상기 무인 비행체의 비행 경로를 설정하고 상기 비행 경로 관련 경로 정보 또는 제어 정보를 상기 무인 비행체로 전송한다. 상기 무인 비행체는 상기 경로 정보 또는 제어 정보에 따른 비행 대상 영역에 위치하는 태양광 패널을 촬영하여 열화상 이미지와 그 대응되는 위치 정보를 생성한다. 상기 관리 서버는 상기 열화상 이미지에서 선택된 임의의 지점이 상기 정사 이미지에서 상기 임의의 지점과 동일한 지점에 정확하게 매핑될 수 있도록 지원하여 상기 열화상 이미지에서 이상이 발생한 것으로 나타난 태양광 패널을 상기 정사 이미지에서 정확하고 용이하게 식별할 수 있도록 한다. 그러나 열화상 이미지를 통하여 태양광 패널에 이상이 발생했는지 여부를 찾아내기 위하여 관리자가 육안으로 구분해야 한다는 문제점이 있다.
- [0011] 공개특허공보 제10-2018-0082166호는 태양광 패널 검출 장치에 관한 것으로서, 무인 이동체가 태양광 패널이 설치된 영역의 상공을 비행하는 비행 경로를 자동으로 생성하기 위해 태양광 발전소 전체의 현재 지도 영상에서 태양광 패널을 검출하는 것을 목적으로 하고, 태양광 발전소 전체의 현재 지도에서 모든 태양광 패널이 자동으로 검출될 수 있고, 검출된 각각의 태양광 패널마다 GPS 좌표 정보를 대응시켜 저장한다. 태양광 패널의 일부분에서 결함 또는 크랙 등의 불량 발생 시 적외선 열영상으로부터 픽셀값들을 통해 열의 분포를 파악함으로써 태양광 패널에 불량이 발생하였는지 여부를 판단하고 그 위치를 검출하고 있으나, 열영상 카메라의 성능 또는 주변 환경에 따라서 열영상에서 측정되는 온도는 실제와 어느 정도 오차가 발생할 수밖에 없다는 문제점이 있고, 태양광 패널에 어떠한 종류의 불량이 발생하였는지 여부를 자동으로 검출하지는 못한다는 문제점이 있다.
- [0012] 공개특허공보 제10-2018-0082169호는 불량 패널 검사 장치에 관한 것으로서, 무인 이동체가 태양광 패널을 촬영하여 획득한 열영상의 픽셀들이 갖는 픽셀값을 통계학적으로 분석함으로써 태양광 패널의 불량 발생 여부를 판단하고 불량 패널의 불량 위치를 검출하는 것을 목적으로 하고, 영상처리 기술을 통해 지도 상에서 모든 태양광 패널을 찾고 그 GPS 좌표 정보를 저장하고 지도 상에 표시한다. 상기 태양광 패널의 GPS 좌표 정보를 이용하여 정밀 비행 경로를 생성하고 무인 이동체가 정밀 비행 경로를 따라 태양광 발전소의 상공을 비행하면서 카메라를 이용하여 현재의 태양광 패널을 모두 촬영하여 검사용 데이터를 획득한다. 태양광 패널에 대한 검사용 데이터를 획득하면 영상 데이터 내에서 태양광 패널을 검출하고 이를 검사하여 불량 발생 여부를 판단하고 불량 패널의 불량 위치를 검출한다.
- [0013] 그러나, 배경이 포함되는 열영상에서 배경이 태양광 패널에 비하여 온도가 비슷하거나 높은 경우에는 불량 패널

을 검출하는데 문제점이 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0014] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2020-0048615호
- (특허문헌 0002) 공개특허공보 제10-2018-0082166호
- (특허문헌 0003) 공개특허공보 제10-2018-0082169호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0015] 본 발명은 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 태양광 모듈의 결함을 검출하는데 있어서 컴퓨팅 자원의 소모가 저감될 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.
- [0016] 또한 본 발명의 다른 목적은 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 태양광 모듈의 결함을 검출하여 태양광 발전소의 결함을 자동으로 검출하는 것이다.
- [0017] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기 목적으로만 제한하지 아니하고, 위에서 명시적으로 나타내지 아니한 다른 기술적 과제는 이하 본 발명의 구성 및 작용을 통하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0018] 본 발명에서는, 상기 과제를 해결하기 위하여 이하의 구성을 포함한다.
- [0019] 본 발명은 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템에 관한 것으로서, 태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하는 열화상 촬영부; 상기 열화상 촬영부에 의해서 출력되는 열화상 이미지를 저장하는 저장부; 상기 저장부에 저장된 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 태양광 모듈 검출부; 상기 태양광 모듈 검출부에 의해서 검출되는 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생된 태양광 모듈을 검출하는 결함 검출부; 상기 결함 검출부는 상기 결함이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명은 상기 결함 검출부에 의해서 검출된 결함이 발생된 태양광 모듈의 위치를 추출하는 결함 위치 추출부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 상기 결함 검출부에서 구분하는 결함의 종류에는 PID 불량, 셀 불량, 바이패스 다이오드 불량이 포함되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한 본 발명은 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 무인 비행체에 관한 것으로서, 태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하는 열화상 촬영부; 상기 열화상 촬영부에 의해서 출력되는 열화상 이미지를 저장하는 저장부; 상기 저장부에 저장된 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 태양광 모듈 검출부; 상기 태양광 모듈 검출부에 의해서 검출되는 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생된 태양광 모듈을 검출하는 결함 검출부; 상기 결함 검출부는 상기 결함이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 본 발명은 상기 결함 검출부에 의해서 검출된 결함이 발생된 태양광 모듈의 위치를 추출하는 결함 위치 추출부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한 본 발명은 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템에 관한 것으로서, 통신망을 통하여 열화상 이미지를 전송 받는 수신부; 상기 수신부에 의해서 전송 받은 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 태양광 모듈 검출부; 상기 태양광 모듈 검



출부에 의해서 검출되는 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생된 태양광 모듈을 검출하는 결함 검출부; 상기 결함 검출부는 상기 결함이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한 본 발명은 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 방법에 관한 것으로서, 열화상 촬영부에 의하여 태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하는 단계; 상기 출력되는 열화상 이미지를 저장부에 저장하는 단계; 상기 저장부에 저장된 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 단계; 상기 검출되는 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생된 태양광 모듈을 검출하는 단계; 상기 결함이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또한 본 발명은 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 방법을 실행시키기 위하여 저장매체에 저장된 컴퓨터프로그램일 수 있다.

### 발명의 효과

[0027] 본 발명의 효과는 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 태양광 모듈의 결함을 검출하는데 있어서 컴퓨팅 자원의 소모가 저감될 수 있도록 하는 것이다.

[0028] 또한 본 발명의 다른 효과는 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 태양광 모듈의 결함을 검출하여 태양광 발전소의 결함이 자동으로 검출되도록 하는 것이다.

[0029] 본 발명에 의한 효과는 상기 효과로만 제한하지 아니하고, 위에서 명시적으로 나타내지 아니한 다른 효과는 이하 본 발명의 구성 및 작용을 통하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명에 따라 무인 비행체에서 태양광 모듈의 결함을 검출하는 전체적인 동작 모습을 도시한다.

도 2는 본 발명의 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템의 일실시예를 도시한다.

도 3은 본 발명의 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템의 다른 일실시예를 도시한다.

도 4는 본 발명의 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 방법의 일실시예를 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전체적인 구성 및 작용에 대해 설명하기로 한다. 이러한 실시예는 예시적인 것으로서 본 발명의 구성 및 작용을 제한하지는 아니하고, 실시예에서 명시적으로 나타내지 아니한 다른 구성 및 작용도 이하 본 발명의 실시예를 통하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 쉽게 이해할 수 있는 경우는 본 발명의 기술적 사상으로 볼 수 있을 것이다.

[0032] 머신러닝 알고리즘의 한 종류인 딥러닝(Deep Learning)은 인공 신경망에 기반한 알고리즘으로서 오브젝트 디텍션(Object Detection)에 활용되어 높은 성능 결과를 보여 주고 있지만, 여전히 신경망 학습에 소요되는 시간이 과도하게 소요될 뿐만 아니라 신경망 학습 이후 이를 실시간 오브젝트 디텍션에 적용하는 경우에도 저속의 시간 성능을 보여주고 있다.

[0033] 본 발명은 태양광 발전소의 태양광 모듈의 결함을 검출하기 위하여 딥러닝 모델을 적용하여 태양광 발전소의 열화상 이미지로부터 태양광(PV: Photovoltaic) 모듈 단위로 머신러닝을 적용하여 신경망 학습에 소요되는 시간을 단축하고 실시간으로 태양광 모듈을 고속 감지하며 실시간으로 태양광 모듈의 결함과 결함의 종류를 고속 검출할 수 있도록 한다.

[0034] 도 1은 본 발명에 따라 무인 비행체에서 태양광 모듈의 결함을 검출하는 전체적인 동작 모습을 도시한다.

[0035] 도 1을 참조하면, 무인 비행체인 드론(10)은 태양광 발전소 상공을 비행하면서 촬영하여 열화상 이미지를 출력하게 되는데, 상기 태양광 발전소가 대규모인 경우에는 상기 태양광 발전소 전체를 촬영하게 되면 상기 열화상

이미지가 수백 ~ 수천장이 출력되므로 이로부터 태양광 모듈의 결함을 실시간으로 고속 검출하기 위하여 고속의 시간 성능을 갖는 딥러닝 모델이 요구되고 있다.

- [0036] 또한 본 발명은 무인 비행체인 드론(10)에서 열화상 이미지를 서버로 전송하지 않고도 드론(10) 자체적으로 딥러닝 기반으로 태양광 모듈의 결함을 실시간으로 고속 검출할 수 있도록 하기 위하여 요구되는 컴퓨팅 자원을 저감할 수 있도록 하고 있다.
- [0037] 일반적으로 태양광 발전소에는 복수의 태양광 모듈(20)을 직렬 또는 병렬로 연결하여 태양광 어레이(30)를 구축하고 있는데, 중대형 규모의 태양광 발전소가 점점 더 증가함에 따라 태양광 모듈(20)의 결함을 실시간으로 검출하는데 어려움을 겪게 된다.
- [0038] 본 발명에서는 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 먼저 검출하고, 그 이후에 또다시 검출된 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생된 태양광 모듈을 검출하게 되며, 그 이후에 또다시 상기 결함이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하게 되므로, 머신러닝의 컴퓨팅 자원의 소모를 저감할 수 있게 된다.
- [0039] 즉 딥러닝 모델의 학습 데이터를 태양광 모듈 단위로 분할하고, 주석(annotation) 가공을 하게 되면 정보 추출 측면에서 시간과 인력 비용을 저감할 수 있게 된다.
- [0040] 한편, 태양광 모듈의 결함으로는 PID(Potential Induced Degradation) 불량, 셀(cell) 불량, 바이패스 다이오드(bypass diode) 불량 등이 있는데, PID 불량은 태양광 모듈의 출력이 시간이 지남에 따라 낮아지는 현상으로서 태양광 셀과 프레임 간에 누설전류의 발생으로 인한 분극화가 태양광 셀의 전류 발생을 방해하는 것이고, 셀 불량은 온도 또는 열충격 등으로 발생할 수 있으며, 바이패스 다이오드 불량은 항복전압 이상의 서지전압과 열배출 미비로 인하여 바이패스 다이오드가 파괴되는 경우이고 바이패스 다이오드가 파괴되면 음영 등에 의하여 각각의 태양광 셀에 따라 출력 전류의 부정합을 야기하여 에너지 손실에 이르게 된다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템의 일실시예를 도시한다.
- [0042] 도 2를 참조하면, 무인 비행체인 드론(100)이 통신망을 통하여 서버부(200)와 연결되어 있으며, 상기 무인 비행체인 드론(100)은 열화상 촬영부(110), 저장부(120), 태양광 모듈 검출부(130), 결함 검출부(140), 딥러닝 모델(150), 결함 위치 추출부(160), 결함 전송부(170)을 포함하고 있다.
- [0043] 상기 열화상 촬영부(110)는 태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하고, 상기 저장부(120)는 상기 열화상 촬영부(110)에 의해서 출력되는 열화상 이미지를 저장하며, 상기 태양광 모듈 검출부(130)는 상기 저장부(120)에 저장된 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하게 된다.
- [0044] 상기 결함 검출부(140)는 상기 태양광 모듈 검출부(130)에 의해서 검출되는 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결함이 발생된 태양광 모듈을 검출하고, 상기 결함이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결함의 종류를 구분하게 된다.
- [0045] 상기 결함 검출부(140)에서 구분하는 결함의 종류에는 PID 불량, 셀 불량, 바이패스 다이오드 불량 등이 포함될 수 있다.
- [0046] 상기 딥러닝 모델(150)은 태양광 모듈 단위 데이터를 기반으로 학습한 모델로서, 학습 데이터인 열화상 이미지를 태양광 모듈 단위로 분할하고 주석(annotation) 가공을 하여 정보 추출 측면에서 시간과 인력 비용을 저감할 수 있도록 하고 있다.
- [0047] 상기 결함 위치 추출부(160)는 상기 결함 검출부(140)에 의해서 검출된 결함이 발생된 태양광 모듈의 위치를 추출하고, 상기 결함 전송부(170)는 상기 결함이 발생된 태양광 모듈의 위치와 그 결함의 종류를 통신망을 통하여 서버부(200)로 전송할 수 있으며, 상기 통신망은 무선 통신망인 것이 바람직하다.
- [0048] 도 3은 본 발명의 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결함 검출 시스템의 다른 일실시예를 도시한다.
- [0049] 도 3을 참조하면, 무인 비행체인 드론(100)이 통신망을 통하여 서버부(200)와 연결되어 있으며, 상기 무인 비행체인 드론(100)은 열화상 촬영부(110), 저장부(120), 전송부(180)을 포함하고 있고, 상기 서버부(200)는 수신부(220), 태양광 모듈 검출부(230), 결함 검출부(240), 딥러닝 모델(250), 결함 위치 추출부(260)를 포함하고 있다.



- [0050] 상기 열화상 촬영부(110)는 태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하고, 상기 저장부(120)는 상기 열화상 촬영부(110)에 의해서 출력되는 열화상 이미지를 저장하며, 상기 전송부(180)는 상기 저장부(120)에 저장된 열화상 이미지를 통신망을 통하여 서버부(200)로 전송한다.
- [0051] 상기 수신부(220)는 통신망을 통하여 상기 전송부(180)로부터 열화상 이미지를 수신받고, 상기 태양광 모듈 검출부(230)는 상기 저장부(220)에 의하여 수신받은 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하게 된다.
- [0052] 상기 결합 검출부(240)는 상기 태양광 모듈 검출부(230)에 의해서 검출되는 상기 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결합이 발생된 태양광 모듈을 검출하고, 상기 결합이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결합의 종류를 구분하게 된다.
- [0053] 상기 결합 검출부(240)에서 구분하는 결합의 종류에는 PID 불량, 셀 불량, 바이패스 다이오드 불량 등이 포함될 수 있다.
- [0054] 상기 딥러닝 모델(150)은 태양광 모듈 단위 데이터를 기반으로 학습한 모델로서, 학습 데이터인 열화상 이미지를 태양광 모듈 단위로 분할하고 주석(annotation) 가공을 하여 정보 추출 측면에서 시간과 인력 비용을 저감할 수 있도록 하고 있다.
- [0055] 상기 결합 위치 추출부(260)는 상기 결합 검출부(240)에 의해서 검출된 결합이 발생된 태양광 모듈의 위치를 추출하게 된다.
- [0056] 도 4는 본 발명의 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결합 검출 방법의 일실시예를 도시한다.
- [0057] 도 4를 참조하면, 무인 비행체인 드론(100)은 열화상 촬영부에 의하여 태양광 발전소를 촬영하여 열화상 이미지를 출력하는 단계(S100)를 수행하고, 상기 출력되는 열화상 이미지를 저장부에 저장하는 단계(S200)를 수행하며, 상기 저장부에 저장된 열화상 이미지로부터 딥러닝 기반으로 배경과 구분되도록 태양광 모듈을 검출하는 단계(S300)를 수행한다.
- [0058] 상기 태양광 모듈을 검출하는 단계(S300)는 무인 비행체인 드론(100)에서 수행되거나 또는 상기 저장부에 저장된 열화상 이미지가 서버부(200)로 전송된 후 서버부(200)에서 수행될 수도 있다.
- [0059] 이 후에는, 상기 검출되는 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 정상적으로 작동하는 태양광 모듈과 구분되도록 결합이 발생된 태양광 모듈을 검출하는 단계(S400)가 수행되고, 상기 결합이 발생된 태양광 모듈 중에서 딥러닝 기반으로 결합의 종류를 구분하는 단계(S500)가 수행된다.
- [0060] 상기 태양광 모듈을 검출하는 단계(S400)와 결합의 종류를 구분하는 단계(S500)도 무인 비행체인 드론(100)에서 수행되거나 또는 상기 저장부에 저장된 열화상 이미지가 서버부(200)로 전송된 후 서버부(200)에서 수행될 수도 있다.
- [0061] 이와 같은 열화상 이미지의 태양광 모듈 단위 데이터 학습을 통한 딥러닝 기반 결합 검출 방법은 저장매체에 저장된 컴퓨터프로그램에 의하여 실행될 수도 있다.

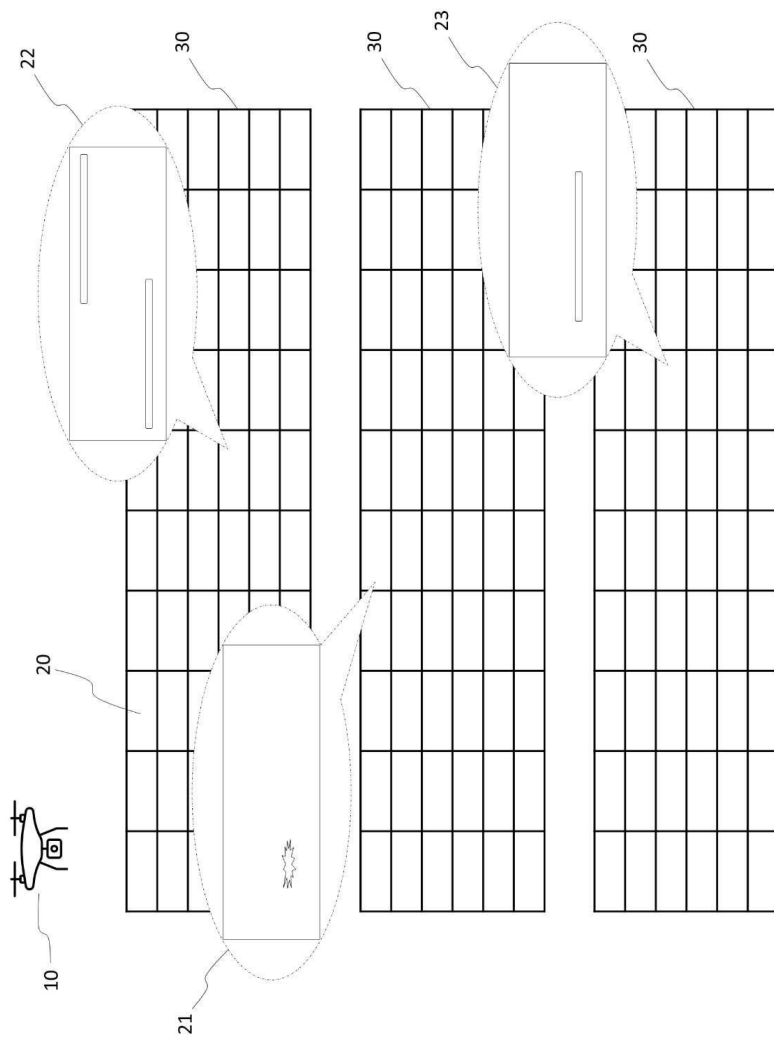
**부호의 설명**

- [0062] 10, 100: 무인 비행체 또는 드론
- 20: 태양광 모듈
- 21, 22, 23: 결합이 발생된 태양광 모듈
- 30: 태양광 어레이
- 110: 열화상 촬영부
- 120: 저장부
- 130, 230: 태양광 모듈 검출부
- 140, 240: 결합 검출부

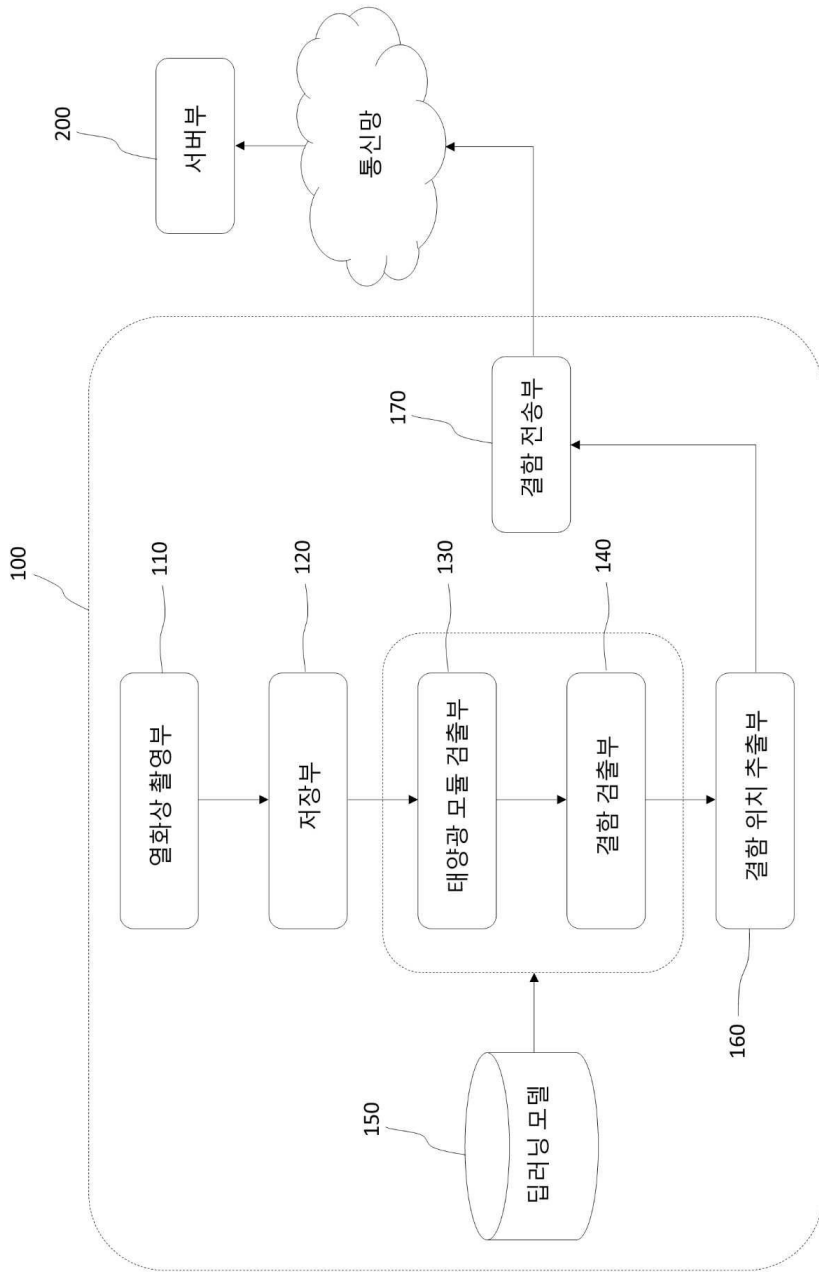
- 150, 250: 덤러닝 모델
- 160, 260: 결합 위치 추출부
- 170: 결합 전송부
- 180: 전송부
- 200: 서버
- 220: 수신부

도면

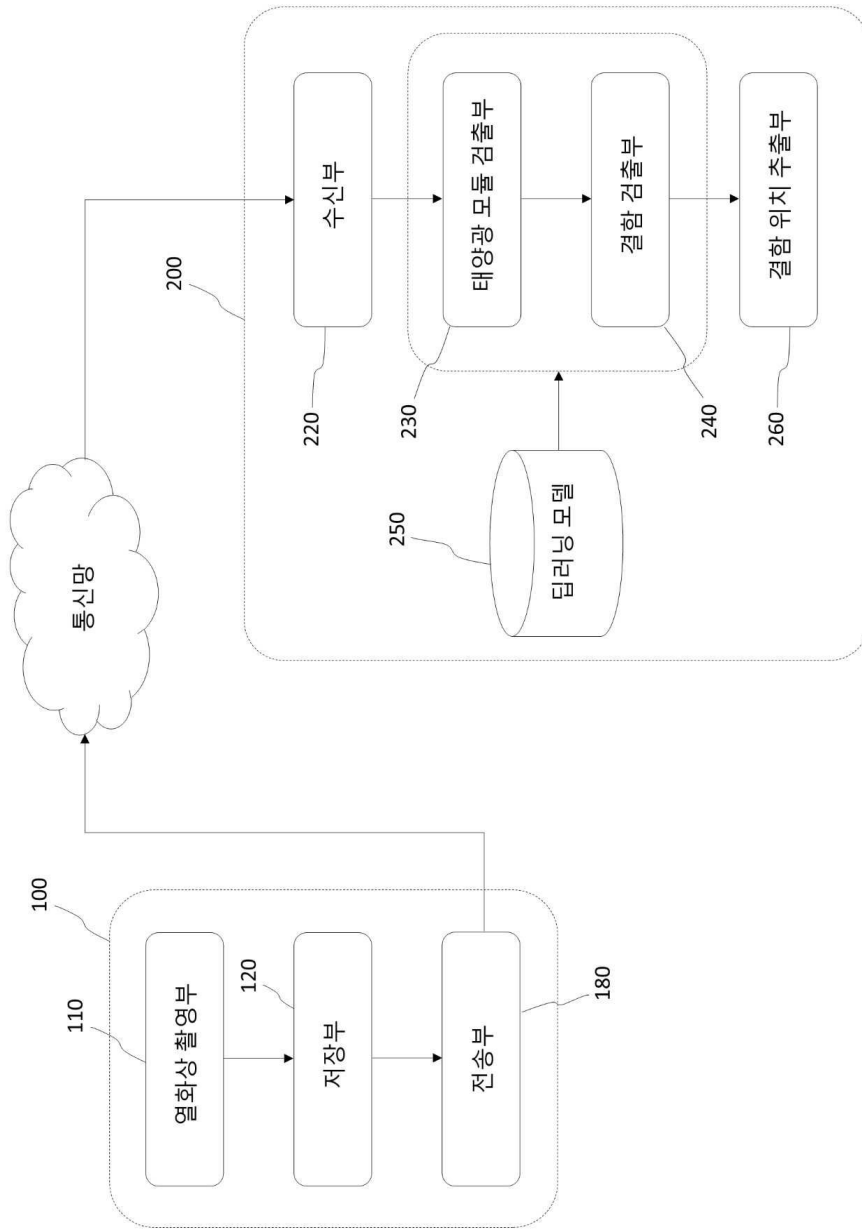
도면1



도면2



도면3



도면4

