



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0095221
(43) 공개일자 2025년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02S 50/00 (2014.01) G01W 1/02 (2022.01)
G01W 1/12 (2006.01) G06N 3/08 (2023.01)
G06T 7/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H02S 50/00 (2013.01)
G01W 1/02 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2023-0186081
(22) 출원일자 2023년12월19일
심사청구일자 2023년12월19일

(71) 출원인
국립창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
박민원
경상남도 김해시 덕정로12번길 24 (관동동)
이석주
경상남도 창원시 의창구 중동로 34, 111동 1203호
(중동, 창원중동유니시티)
고병수
경상남도 창원시 의창구 소계로84번길 9-1 (소계동)
(74) 대리인
김종선, 이형석

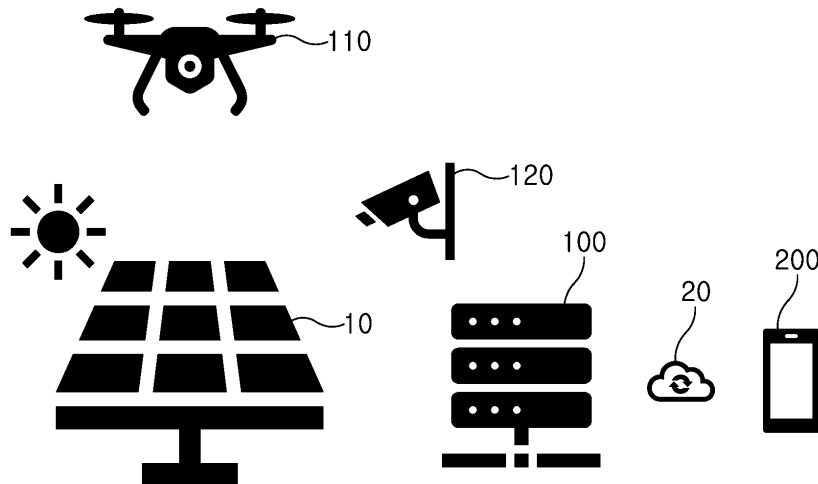
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 태양광 발전 예측 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 태양광 발전 예측 시스템 및 방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템은 태양광 패널의 표면 이미지를 획득하는 드론, 상기 태양광 패널의 열화상 이미지를 획득하는 카메라부, 기상 예보로부터 기상 정보를 수집하는 기상 정보 수집부, 상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보를 학습하는 인공지능 모델을 구축하는 모델 구축부 및 상기 인공지능 모델을 통해 상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보의 상관 관계에 따른 상기 태양광 패널의 발전량을 예측하는 예측부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01W 1/12 (2013.01)

G06N 3/08 (2023.01)

G06T 7/0004 (2013.01)

Y02E 10/50 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	0312201002
과제번호	S1712221002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	과학기술정보통신부
연구사업명	기계설비기반 지식진화형 SW융합제품사용화사업
연구과제명	AI기반 비전검사 활용한 품질패턴 분석 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2023.05.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

태양광 패널의 표면 이미지를 획득하는 드론;

상기 태양광 패널의 열화상 이미지를 획득하는 카메라부;

기상 예보로부터 기상 정보를 수집하는 기상 정보 수집부;

상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보를 학습하는 인공지능 모델을 구축하는 모델 구축부;
및

상기 인공지능 모델을 통해 상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보의 상관 관계에 따른 상기 태양광 패널의 발전량을 예측하는 예측부를 포함하는 태양광 발전 예측 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기상 정보 수집부는,

상기 태양광 패널이 설치된 지역의 일사량, 온도, 습도, 풍량, 미세먼지 중 적어도 어느 하나를 포함하는 상기 기상 정보를 수집하는 것인, 태양광 발전 예측 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 모델 구축부는,

상기 표면 이미지로부터 상기 태양광 패널의 오염도를 분석하고, 상기 열화상 이미지로부터 상기 태양광 패널의 표면 온도를 분석하는 것인, 태양광 발전 예측 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 모델 구축부는,

상기 표면 이미지로부터 검출된 상기 태양광 패널 상의 이물질의 종류와 크기로부터 상기 태양광 패널의 오염도 산출을 위한 라벨링을 수행하는 것인, 태양광 발전 예측 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 예측부는,

상기 태양광 패널의 오염도 및 상기 기상 정보에 따른 온도 및 상기 태양광 패널의 표면 온도로부터 상기 태양광 패널의 유지보수 여부를 결정하는 것인, 태양광 발전 예측 시스템.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 예측부는,

상기 기상 정보 및 상기 오염도를 참조하여 상기 태양광 패널의 표면 온도를 변화시키는 요인을 고려하여 상기 태양광 패널의 발전량을 예측하는 것인, 태양광 발전 예측 시스템.

청구항 7

(a) 태양광 패널의 표면 이미지를 획득하는 단계;

(b) 상기 태양광 패널의 열화상 이미지를 획득하는 단계;

(c) 기상 예보로부터 기상 정보를 수집하는 단계;

(d) 상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보를 학습하는 인공지능 모델을 구축하는 단계; 및

(e) 상기 인공지능 모델을 통해 상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보의 상관 관계에 따른 상기 태양광 패널의 발전량을 예측하는 단계를 포함하는 태양광 발전 예측 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 (c)단계는,

상기 태양광 패널이 설치된 지역의 일사량, 온도, 습도, 풍량, 미세먼지 중 적어도 어느 하나를 포함하는 상기 기상 정보를 수집하는 것인, 태양광발전 예측 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 (d)단계는,

상기 표면 이미지로부터 상기 태양광 패널의 오염도를 분석하고, 상기 열화상 이미지로부터 상기 태양광 패널의 표면 온도를 분석하는 것인, 태양광발전 예측 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 (d)단계는,

상기 표면 이미지로부터 검출된 상기 태양광 패널 상의 이물질의 종류와 크기로부터 상기 태양광 패널의 오염도 산출을 위한 라벨링을 수행하는 것인, 태양광발전 예측 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 (e)단계는,

상기 태양광 패널의 오염도 및 상기 기상 정보에 따른 온도 및 상기 태양광 패널의 표면 온도로부터 상기 태양

광 패널의 유지보수 여부를 결정하는 것인, 태양광 발전 예측 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 (e)단계는,

상기 기상 정보 및 상기 오염도를 참조하여 상기 태양광 패널의 표면 온도를 변화시키는 요인을 고려하여 상기 태양광 패널의 발전량을 예측하는 것인, 태양광 발전 예측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양광 발전 예측 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 태양광 패널의 특성은 태양광의 조사 강도와 태양광 패널의 표면온도 등 외부 환경적인 요인으로 인해 크게 변화할 수 있다. 태양광의 조사 강도가 증가할 경우, 태양광 패널에 걸리는 전류와 전압이 증가하게 되며, 태양광 패널의 표면온도가 증가할 경우, 태양광 패널에 걸리는 전압이 감소하게 된다. 태양광 패널의 표면온도가 변화하는 주요 원인은 태양광 패널의 결정구조와 태양광 패널에 조사되는 태양 복사열이다. 또한, 바람에 따른 태양광 패널의 냉각 작용과 습도에 따른 기화열 발생, 먼지 또는 외부 환경에 의한 표면의 오염도 등 다양한 외부 환경적 원인으로 인해 태양광 패널의 표면 온도가 변하게 된다.

[0003] 또한, 태양광 패널에서 생성되는 전기 에너지는 태양광 패널에 입사되는 일사량에 의해 결정된다. 일사량은 위도와 계절에 따라 변화하는 태양광 패널과 태양광 사이의 입사각에 영향을 받는다. 또한, 구름의 양, 대기 혼탁도, 강수량, 표면 오염도 등 외부 환경적인 요인으로 인해 고정적이지 않으며, 지속적으로 변화할 수 있다. 태양광 패널에 입사되는 일사량은 단락 전류에 비례하게 작용한다. 단락전류는 일사량에 직접적으로 비례하므로, 단락 전류의 값을 토대로 일사량의 값을 계산할 수 있다. 또한, 일사량에 따라 개방전압 역시 영향을 받게 되는데, 개방전압은 태양광이 증가함에 따라 로그 함수적으로 증가하게 된다.

[0004] 이처럼 태양광 발전은 태양광 발전 시스템은 온도, 날씨 등에 많은 영향을 받게 되며, 날씨 예보만으로는 알 수 없는 많은 요인이 존재한다. 또한, 태양광 발전 시스템은 운영 중 발생하는 기기의 파손이나 고장으로 인해 손실되는 발전량이 많으므로, 시스템의 운영 및 유지관리가 발전 효율에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다. 따라서, 대용량 태양광 발전 시스템의 정확한 출력 예측 및 상태진단, 유지보수를 위해서는 보다 신뢰성 높은 출력 예측 및 상태진단을 위한 방법이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2574002호 (2023년08월30일 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 기상예보를 통한 온습도 정보뿐만 아니라, 드론을 통해 태양광 패널을 촬영한 이미지를 학습하는 인공지능 모델을 통해 신뢰성 높은 태양광 발전 출력 예측 및 태양광 발전 시스템의 상태 진단을 수행하고 유지보수를 효과적으로 수행할 수 있는 태양광 발전 예측 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0007] 다른 측면에서 본 발명은 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템은 태양광 패널의 표면 이미지를 획득하는 드론, 상기 태양광 패널의 열화상 이미지를 획득하는 카메라부, 기상 예보로부터 기상 정보를 수집하는 기상 정보 수집부, 상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보를 학습하는 인공지능 모델을 구축하는 모델 구축부 및 상기 인공지능 모델을 통해 상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보의 상관 관계에 따른 상기 태양광 패널의 발전량을 예측하는 예측부를 포함할 수 있다.
- [0009] 또한, 상기 기상 정보 수집부는, 상기 태양광 패널이 설치된 지역의 일사량, 온도, 습도, 풍량, 미세먼지 중 적어도 어느 하나를 포함하는 상기 기상 정보를 수집할 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 모델 구축부는, 상기 표면 이미지로부터 상기 태양광 패널의 오염도를 분석하고, 상기 열화상 이미지로부터 상기 태양광 패널의 표면 온도를 분석할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 모델 구축부는, 상기 표면 이미지로부터 검출된 상기 태양광 패널 상의 이물질의 종류와 크기로부터 상기 태양광 패널의 오염도 산출을 위한 라벨링을 수행할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 예측부는, 상기 태양광 패널의 오염도 및 상기 기상 정보에 따른 온도 및 상기 태양광 패널의 표면 온도로부터 상기 태양광 패널의 유지보수 여부를 결정할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 예측부는, 상기 기상 정보 및 상기 오염도를 참조하여 상기 태양광 패널의 표면 온도를 변화시키는 요인을 고려하여 상기 태양광 패널의 발전량을 예측할 수 있다.
- [0014] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 방법은 (a) 태양광 패널의 표면 이미지를 획득하는 단계, (b) 상기 태양광 패널의 열화상 이미지를 획득하는 단계, (c) 기상 예보로부터 기상 정보를 수집하는 단계, (d) 상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보를 학습하는 인공지능 모델을 구축하는 단계 및 (e) 상기 인공지능 모델을 통해 상기 표면 이미지, 상기 열화상 이미지 및 상기 기상 정보의 상관 관계에 따른 상기 태양광 패널의 발전량을 예측하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 (c)단계는, 상기 태양광 패널이 설치된 지역의 일사량, 온도, 습도, 풍량, 미세먼지 중 적어도 어느 하나를 포함하는 상기 기상 정보를 수집할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 (d)단계는, 상기 표면 이미지로부터 상기 태양광 패널의 오염도를 분석하고, 상기 열화상 이미지로부터 상기 태양광 패널의 표면 온도를 분석할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 (d)단계는, 상기 표면 이미지로부터 검출된 상기 태양광 패널 상의 이물질의 종류와 크기로부터 상기 태양광 패널의 오염도 산출을 위한 라벨링을 수행할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 (e)단계는, 상기 태양광 패널의 오염도 및 상기 기상 정보에 따른 온도 및 상기 태양광 패널의 표면 온도로부터 상기 태양광 패널의 유지보수 여부를 결정할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 (e)단계는, 상기 기상 정보 및 상기 오염도를 참조하여 상기 태양광 패널의 표면 온도를 변화시키는 요인을 고려하여 상기 태양광 패널의 발전량을 예측할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 상기한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기상예보를 통한 온습도 정보뿐만 아니라, 드론을 통해 태양광 패널을 촬영한 이미지를 학습하는 인공지능 모델을 통해 신뢰성 높은 태양광 발전 출력 예측 및 태양광 발전 시스템의 상태 진단을 수행하고 유지보수를 효과적으로 수행할 수 있는 태양광 발전 예측 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 개략도를 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 드론을 통해 촬영된 태양광 패널 이미지의 예를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 인공지능 모델의 예를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 유지보수 솔루션의 예를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 방법의 흐름을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명의 목적 및 효과, 그리고 그것들을 달성하기 위한 기술적 구성들은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0023] 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.
- [0024] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다.
- [0025] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0026] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 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.
- [0027] 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 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0028] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시 예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 개략도를 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- [0030] 도 1 및 도 2를 참조하면, 태양광 발전 예측 시스템(100)은 드론(110), 카메라부(120), 기상 정보 수집부(130), 모델 구축부(140) 및 예측부(150)를 포함할 수 있다. 태양광 발전 예측 시스템(100)은 드론(110)을 통해 태양광 패널(10)의 표면 이미지를 촬영하고, 카메라부(120)를 통해 태양광 패널(10)의 열화상 이미지를 촬영할 수 있다. 또한, 표면 이미지, 열화상 이미지 등을 활용하여 태양광 패널(10)의 발전량을 예측한 결과와, 태양광 패널(10)의 유지 보수를 위한 데이터를 네트워크(20)를 통해 사용자 단말(200)로 전송할 수 있다.
- [0031] 상기 네트워크는 단말 및 서버와 같은 각각의 노드 상호 간에 정보 교환이 가능한 유, 무선의 연결 구조를 의미하는 것으로, 유무선 네트워크를 포함하며, 예를 들어, 와이파이(WiFi) 네트워크, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 네트워크, LTE(Long Term Evolution) 네트워크, 5G 네트워크, WIMAX(World Interoperability for Microwave Access) 네트워크, 인터넷(Internet), Wireless LAN(Wireless Local Area Network), WAN(Wide Area Network), PAN(Personal Area Network), 블루투스(Bluetooth) 네트워크, 지그비(Zigbee) 네트워크, 위성 방송 네트워크, 아날로그 방송 네트워크, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 네트워크 등이 포함되나 이에 한정되지 않는다. 예시적으로, 드론(110) 및 사용자 단말(200) 간의 통신 또한 상기 네트워크를 통해 이루어질 수 있다.

- [0032] 사용자 단말(200)은 네트워크를 통해 생체 신호 측정 단말(10) 및 드론(100)과 연동되는 디바이스로서, 예를 들면, 스마트폰(Smartphone), 스마트패드(SmartPad), 태블릿 PC등과 PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communication), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), 3G-PPS(Personal Private System)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Division Multiple Access), Wibro(Wireless Broadband Internet) 단말기 같은 모든 종류의 무선 통신 장치 및 데스크탑 컴퓨터, 스마트 TV와 같은 고정용 단말기일 수도 있다. 또한, 위치 인식 장치(100)는 서버, 컴퓨터, 노트북, 클라우드 데이터베이스 등 데이터를 저장, 연산 및 신호처리할 수 있는 어떠한 형태의 장치도 포함할 수 있다.
- [0033] 드론(110)은 최초 군사용으로 개발되었으나, 운반 및 보관의 편리성, 조작 용이로 방송에서 촬영용으로 가장 많이 사용되고 있다. 또한, 최근에는 재난 재해 모니터링, 물류 운반, 산불진화 또는 농약 살포용 무인 비행체의 많은 연구가 진행되고 있으며, 특히, 무인 비행체 언제 어디서든 이륙 및 착륙이 용이하여 다양한 분야에서 활용되고 있다.
- [0034] 드론(110)은 태양광 발전 예측 시스템(100)과 연동하는 별도의 컨트롤러와 무선 또는 유선으로 연결되어 목적지의 위치 정보를 입력받고, GPS를 이용하여 현재위치를 인식하고, 맵 데이터 베이스의 데이터를 이용하여 현재위치로부터 목적지까지의 경로정보를 획득한 뒤 주변환경을 탐지하면서 비행할 수 있는 것으로서, 예를 들어, 무인 항공기, UAV(unmanned aerial vehicle) 등을 포함할 수 있다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 드론을 통해 촬영된 태양광 패널 이미지의 예를 도시한 도면이다.
- [0036] 드론(110)은 태양광 패널(10)의 표면 이미지를 획득할 수 있다. 도 3을 참조하면, 드론(110)은 공중에서 태양광 패널(10)의 표면 이미지를 촬영할 수 있다.
- [0037] 카메라부(120)는 태양광 패널(10)의 열화상 이미지를 획득할 수 있다. 예시적으로, 카메라부(120)는 태양광 패널(10)의 온도 분포, 온도 변화를 촬영하는 열화상 카메라를 포함할 수 있다. 카메라부(120)는 태양광 패널과 이웃하게 설치되어 전체 태양광 패널(10)의 열화상 이미지를 촬영할 수 있다.
- [0038] 기상 정보 수집부(130)는 기상 예보로부터 기상 정보를 수집할 수 있다. 예시적으로, 기상 정보 수집부(130)는 기상청과 같은 날씨 정보 제공 기관으로부터 태양광 패널(10)이 설치된 지역의 기상 정보를 수집할 수 있다. 또한, 기상 정보 수집부(130)는 태양광 패널(10)이 설치된 지역의 일사량, 온도, 습도, 풍량, 미세먼지 중 적어도 어느 하나를 포함하는 기상 정보를 수집할 수 있다.
- [0039] 모델 구축부(140)는 표면 이미지, 열화상 이미지 및 기상 정보를 학습하는 인공지능 모델을 구축할 수 있다.
- [0040] 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 시스템은 인간 수준의 지능을 구현하는 컴퓨터 시스템이며, 기존 규칙(Rule) 기반의 스마트 시스템과 달리 기계가 스스로 학습하고 판단하는 시스템이다. 인공지능 시스템은 사용될수록 인식률이 향상되고 사용자 취향을 보다 정확하게 이해할 수 있게 되어, 기존 규칙 기반의 스마트 시스템은 점차 심층 학습(Deep Learning) 기반 인공지능 시스템으로 대체되고 있다.
- [0041] 인공지능 기술은 기계 학습 및 기계 학습을 활용한 요소기술들로 구성된다. 기계 학습은 입력 데이터들의 특징을 스스로 분류/학습하는 알고리즘 기술이며, 요소기술은 심층 학습 등의 기계 학습 알고리즘을 활용하여 인간 두뇌의 인지, 판단 등의 기능을 모사하는 기술로서, 언어적 이해, 시각적 이해, 추론/예측, 지식 표현, 동작 제어 등의 기술 분야로 구성된다.
- [0042] 인공지능 기술이 응용되는 다양한 분야는 다음과 같다. 언어적 이해는 인간의 언어/문자를 인식하고 응용/처리하는 기술로서, 자연어 처리, 기계 번역, 대화시스템, 질의 응답, 음성 인식/합성 등을 포함한다. 시각적 이해는 사물을 인간의 시각처럼 인식하여 처리하는 기술로서, 객체 인식, 객체 추적, 영상 검색, 사람 인식, 장면 이해, 공간 이해, 영상 개선 등을 포함한다. 추론 예측은 정보를 판단하여 논리적으로 추론하고 예측하는 기술로서, 지식/확률 기반 추론, 최적화 예측, 선호 기반 계획, 추천 등을 포함한다. 지식 표현은 인간의 경험정보를 지식데이터로 자동화 처리하는 기술로서, 지식 구축(데이터 생성/분류), 지식 관리(데이터 활용) 등을 포함한다. 동작 제어는 차량의 자율 주행, 로봇의 움직임 제어를 하는 기술로서, 움직임 제어(항법, 충돌, 주행), 조작 제어(행동 제어) 등을 포함한다.
- [0043] 예시적으로, 모델 구축부(140)에서 구축되는 인공지능 모델은 YOLO(You Only Look Once)모델을 포함할 수 있다. YOLO는 실시간 객체감지 딥러닝 알고리즘이자, 비전 AI 시스템에서 가장 많이 사용되는 인공지능 모델로써 속도

가 빠르고 객체인식, 불량모델 학습에 특화된 기술적 특징을 갖는다.

- [0044] 드론(110)을 통해 수집된 태양광 패널(10)의 표면 이미지는 인공지능 모델을 통해 주변과 태양광 패널(10)을 구분하여 태양광 패널(10)을 감지할 수 있다. 또한, 모델 구축부(140)는 표면 이미지로부터 태양광 패널(10)의 오염도를 분석할 수 있다. 구체적으로, 모델 구축부(140)는 표면 이미지로부터 검출된 태양광 패널 상의 이물질의 종류와 크기로부터 태양광 패널(10)의 오염도 산출을 위한 라벨링을 수행할 수 있다.
- [0045] 모델 구축부(140)는 인공지능 모델을 통해 태양광 패널 상의 이물질의 종류를 식별할 수 있고, 이물질의 종류와 크기에 따라 태양광 발전 효율을 저하시키는 정도에 따라 서로 다른 라벨링 즉, 효율 저하 수준별(각 수준별 구간은 미리 설정될 수 있다.)로 라벨링을 수행할 수 있다. 도 3을 참조하면, 좌측 태양광 패널의 하단에 이물질이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 모델 구축부(140)는 이물질의 종류와 크기에 따라 라벨링을 수행하고, 각 라벨링을 종합하여 태양광 패널(10)의 오염도를 산출할 수 있다. 예시적으로, 모델 구축부(140)는 태양광 패널(10) 표면의 정상상태와, 먼지, 새똥, 염분(바닷물, 해풍) 등에 의한 오염된 상태의 이미지 분석을 통해 오염 상태에 따른 오염도를 산출할 수 있다.
- [0046] 또한, 모델 구축부(140)는 열화상 이미지로부터 상기 태양광 패널(10)의 표면 온도를 분석할 수 있다. 모델 구축부(140)는 열화상 이미지로부터 태양광 패널(10)의 각 셀별 표면 온도 분포를 산출할 수 있다.
- [0047] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 인공지능 모델의 예를 도시한 도면이다.
- [0048] 도 4를 참조하면, 인공지능 모델은 태양광 패널(10)의 표면 온도, 오염도, 기상 정보에 따른 온도, 일사량 및 습도를 입력으로 할 수 있다. 또한, 태양광 패널(10)의 실시간 발전(출력) 전압, 발전 전류, 발전 효율을 출력할 수 있다. 예측부(150)는 인공지능 모델을 통해 상기 표면 이미지, 열화상 이미지 및 기상 정보의 상관 관계에 따른 태양광 패널의 발전량을 예측할 수 있다.
- [0049] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 시스템의 유지보수 솔루션의 예를 도시한 도면이다.
- [0050] 구체적으로, 도 5를 참조하면, 예측부(150)는 태양광 패널의 발전량을 예측할 뿐만 아니라, 태양광 패널(10)의 오염도 및 기상 정보에 따른 온도 및 태양광 패널의 표면 온도로부터 태양광 패널(10)의 유지보수 여부를 결정할 수 있다.
- [0051] 기존에는 인력 또는 자동 세척 시스템을 활용하여 주기적인 표면 청소를 수행했으나, 이는 표면 청소 및 관리에 많은 비용이 요구된다. 그러나, 태양광 패널(10)의 표면 이미지 및 온도 분포 분석을 통해 태양광 발전에 영향을 미치는 상황에서만 청소 및 유지보수가 이루어진다면, 운영 비용이 감소하는 효과를 발휘할 수 있다.
- [0052] 특히, 태양광 패널 오염도 및 온도 분석 데이터와 기상일보(일사량, 온도, 습도, 바람 등) 데이터를 활용한 태양광 패널 출력 분석 및 예측이 가능하며, 태양광 패널의 오염도가 심하거나 온도가 높을 때 유지보수를 시행할 수 있어, 보다 경제적이고 효율적인 태양광 패널의 유지보수가 가능할 수 있다.
- [0053] 또한, 예측부(150)는 기상 정보 및 오염도를 참조하여 태양광 패널의 표면 온도를 변화시키는 요인을 고려하여 태양광 패널(10)의 발전량을 예측할 수 있다. 태양광 패널(10)은 날씨, 기온, 일사량, 바람, 습도 미세먼지에 따라 표면 온도에 영향을 받고, 발전량에도 영향을 받을 수 있다.
- [0054] 예시적으로, 기온이 높을수록 태양광 패널(10)의 열배출이 어려워 발전 효율이 저감되고, 일사량이 많은 날씨일수록 발전 효율이 증가될 수 있다. 또한, 습도가 높은 날씨는 태양광 패널(10) 표면에 응결된 물방울에 의해 빛 반사가 발생하여 발전 효율이 저감될 수 있다. 풍량이 많은 날씨는 태양광 패널(10)을 냉각시키므로, 발전 효율이 증가될 수 있고, 대기에 먼지가 많을수록 태양광 패널(10)이 오염되고, 빛 굴절, 빛 반사 등에 의해 빛 흡수를 방해해 발전 효율이 저감될 수 있다.
- [0055] 또한, 태양광 패널의 오염도가 클수록 빛 흡수를 방해하여 발전 효율이 저감될 수 있고, 오염된 표면으로 인해 태양광 패널(10)이 열 방출이 원활하게 이루어지지 않아 태양광 모듈의 열 저항이 증가하여 온도 상승으로 이어지고, 발전 효율이 저감될 수 있다. 이처럼 예측부(150)는 표면 이미지, 열화상 이미지 및 기상 정보의 상관 관계에 따른 태양광 패널의 발전량을 예측하고, 태양광 패널의 표면 온도를 변화시키는 요인을 고려하여 태양광 패널의 발전량을 예측할 수 있다.
- [0056] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전 예측 방법의 흐름을 도시한 도면이다.
- [0057] 도 6에 도시된 태양광 발전 예측 방법은 앞선 도1 내지 도 5를 통해 설명된 태양광 발전 예측 시스템(100)에 의하여 수행될 수 있다. 따라서 이하 생략된 내용이라고 하더라도 도 1 내지 도 5를 통해 태양광 발전 예측 시스

템(100)에 대하여 설명된 내용은 도 6에도 동일하게 적용될 수 있다.

- [0058] 단계 S110에서 드론(110)은 태양광 패널(10)의 표면 이미지를 획득할 수 있다. 드론(110)은 공중에서 태양광 패널(10)의 표면 이미지를 촬영할 수 있다.
- [0059] 단계 S120에서 카메라부(120)는 태양광 패널(10)의 열화상 이미지를 획득할 수 있다. 예시적으로, 카메라부(120)는 태양광 패널(10)의 온도 분포, 온도 변화를 촬영하는 열화상 카메라를 포함할 수 있다. 카메라부(120)는 태양광 패널과 이웃하게 설치되어 전체 태양광 패널(10)의 열화상 이미지를 촬영할 수 있다.
- [0060] 단계 S130에서 기상 정보 수집부(130)는 기상 예보로부터 기상 정보를 수집할 수 있다. 예시적으로, 기상 정보 수집부(130)는 기상청과 같은 날씨 정보 제공 기관으로부터 태양광 패널(10)이 설치된 지역의 기상 정보를 수집할 수 있다. 또한, 기상 정보 수집부(130)는 태양광 패널(10)이 설치된 지역의 일사량, 온도, 습도, 풍량, 미세먼지 중 적어도 어느 하나를 포함하는 기상 정보를 수집할 수 있다.
- [0061] 단계 S140에서 모델 구축부(140)는 표면 이미지, 열화상 이미지 및 기상 정보를 학습하는 인공지능 모델을 구축할 수 있다. 예시적으로, 모델 구축부(140)에서 구축되는 인공지능 모델은 YOLO(You Only Look Once)모델을 포함할 수 있다. YOLO는 실시간 객체감지 딥러닝 알고리즘이자, 비전 AI 시스템에서 가장 많이 사용되는 인공지능 모델로써 속도가 빠르고 객체인식, 불량모델 학습에 특화된 기술적 특징을 갖는다.
- [0062] 드론(110)을 통해 수집된 태양광 패널(10)의 표면 이미지는 인공지능 모델을 통해 주변과 태양광 패널(10)을 구분하여 태양광 패널(10)을 감지할 수 있다. 또한, 모델 구축부(140)는 표면 이미지로부터 태양광 패널(10)의 오염도를 분석할 수 있다. 구체적으로, 모델 구축부(140)는 표면 이미지로부터 검출된 태양광 패널 상의 이물질의 종류와 크기로부터 태양광 패널(10)의 오염도 산출을 위한 라벨링을 수행할 수 있다.
- [0063] 모델 구축부(140)는 인공지능 모델을 통해 태양광 패널 상의 이물질의 종류를 식별할 수 있고, 이물질의 종류와 크기에 따라 태양광 발전 효율을 저하시키는 정도에 따라 서로 다른 라벨링 즉, 효율 저하 수준별(각 수준별 구간은 미리 설정될 수 있다.)로 라벨링을 수행할 수 있다. 좌측 태양광 패널의 하단에 이물질이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 모델 구축부(140)는 이물질의 종류와 크기에 따라 라벨링을 수행하고, 각 라벨링을 종합하여 태양광 패널(10)의 오염도를 산출할 수 있다. 예시적으로, 모델 구축부(140)는 태양광 패널(10) 표면의 정상상태와, 먼지, 새똥, 염분(바닷물, 해풍) 등에 의한 오염된 상태의 이미지 분석을 통해 오염 상태에 따른 오염도를 산출할 수 있다.
- [0064] 또한, 모델 구축부(140)는 열화상 이미지로부터 상기 태양광 패널(10)의 표면 온도를 분석할 수 있다. 모델 구축부(140)는 열화상 이미지로부터 태양광 패널(10)의 각 셀별 표면 온도 분포를 산출할 수 있다.
- [0065] 단계 S150에서 예측부(150)는 인공지능 모델을 통해 상기 표면 이미지, 열화상 이미지 및 기상 정보의 상관 관계에 따른 태양광 패널의 발전량을 예측할 수 있다. 예측부(150)는 태양광 패널의 발전량을 예측할 뿐만 아니라, 태양광 패널(10)의 오염도 및 기상 정보에 따른 온도 및 태양광 패널의 표면 온도로부터 태양광 패널(10)의 유지보수 여부를 결정할 수 있다. 또한, 예측부(150)는 기상 정보 및 오염도를 참조하여 태양광 패널의 표면 온도를 변화시키는 요인을 고려하여 태양광 패널(10)의 발전량을 예측할 수 있다. 태양광 패널(10)은 날씨, 기온, 일사량, 바람, 습도 미세먼지에 따라 표면 온도에 영향을 받고, 발전량에도 영향을 받을 수 있다.
- [0066] 본 발명의 일 실시 예에 따른, 태양광 발전 예측 방법은, 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0067] 상술한 실시 예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시 예에 포함되며, 반드시 하나의 실시 예에 만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시 예에 서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하

는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다.

[0068]

따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다. 또한, 이상에서 실시 예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시 예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0069]

100: 태양광 발전 예측 시스템

110: 드론

120: 카메라부

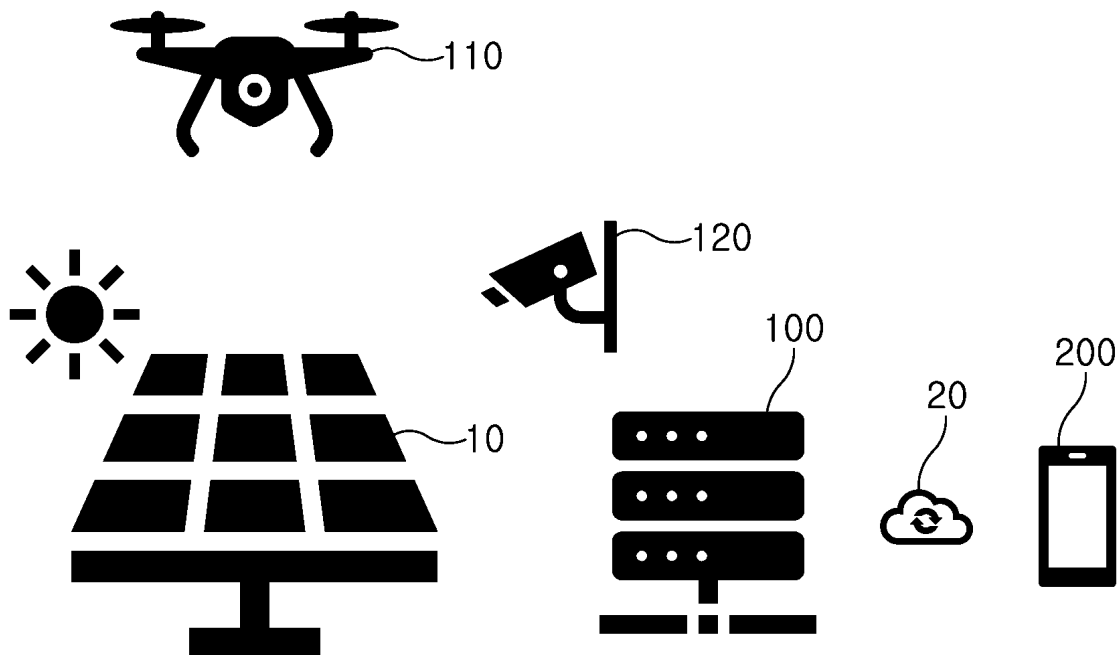
130: 기상 정보 수집부

140: 모델 구축부

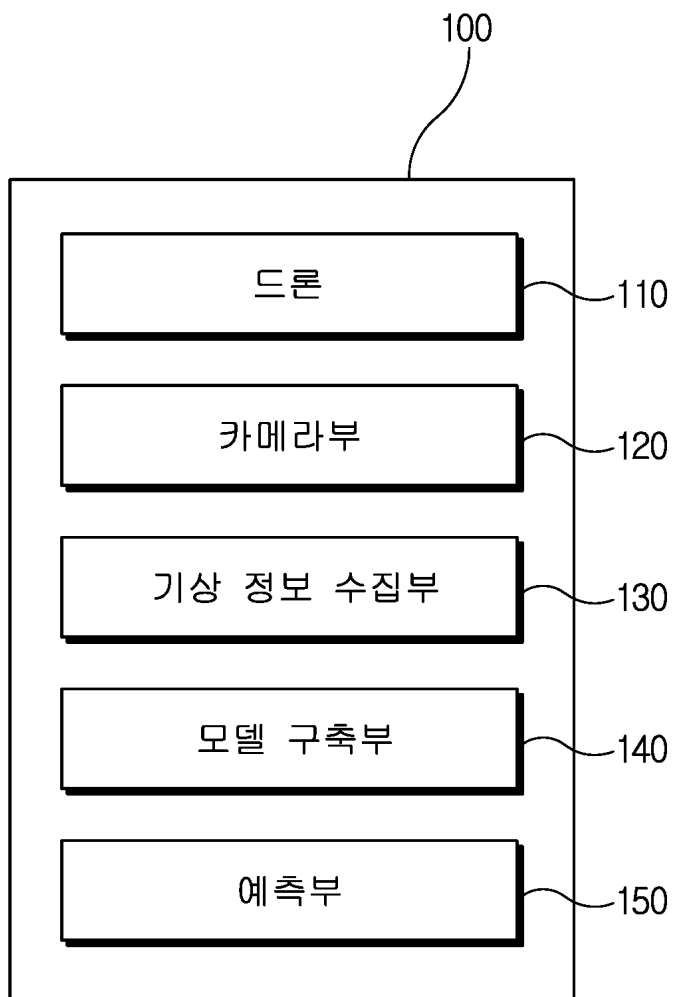
150: 예측부

도면

도면1



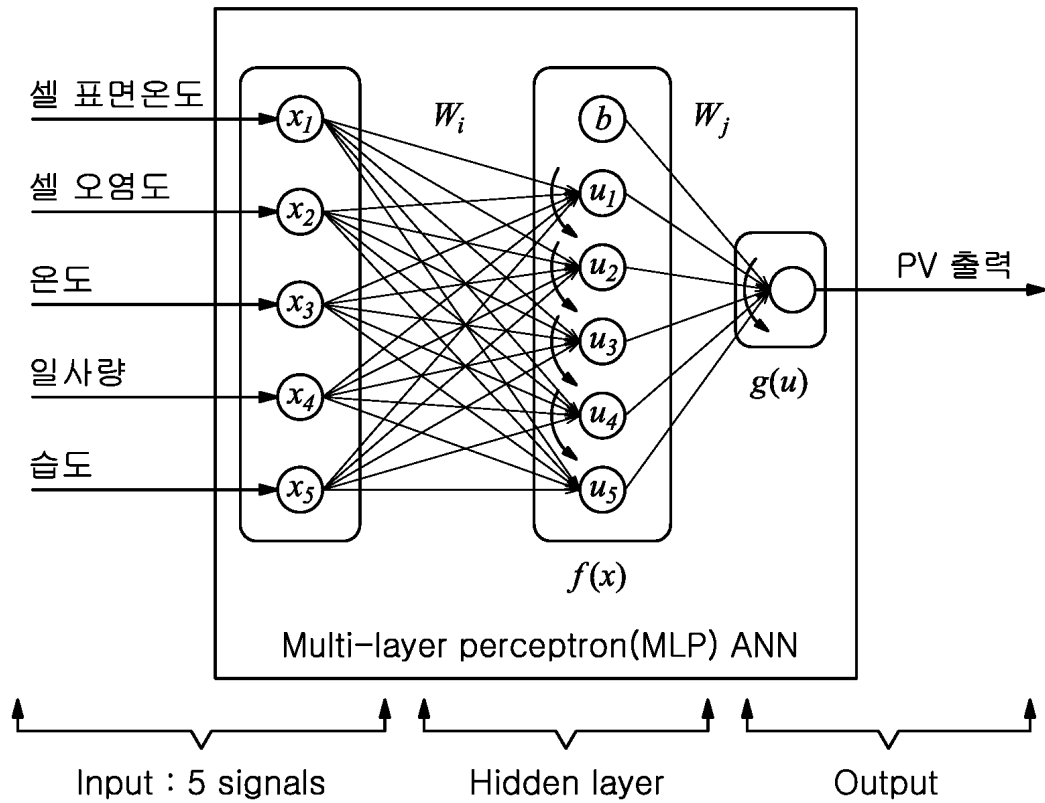
도면2



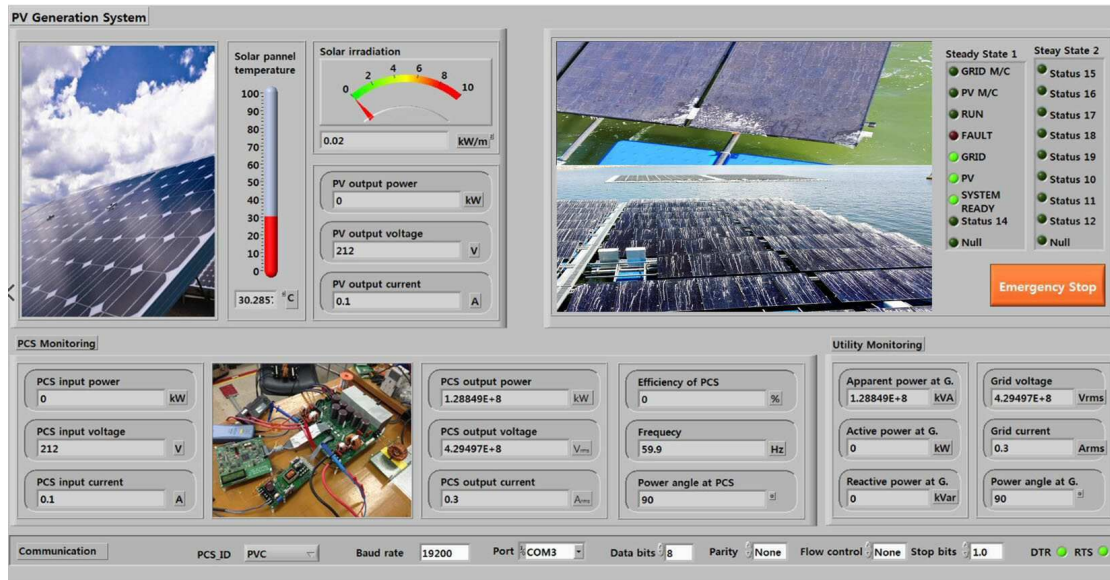
도면3



도면4



도면5



도면6

