



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월22일
(11) 등록번호 10-1890673
(24) 등록일자 2018년08월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/00 (2006.01) G01J 1/00 (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2011-0095469
(22) 출원일자 2011년09월21일
심사청구일자 2016년09월21일
(65) 공개번호 10-2013-0031732
(43) 공개일자 2013년03월29일
(56) 선행기술조사문헌
JP2011137612 A
JP2010217107 A
JP11211560 A

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
이미애
서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG서초센터 (양재동)
유진영
서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG서초센터 (양재동)
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 김홍래

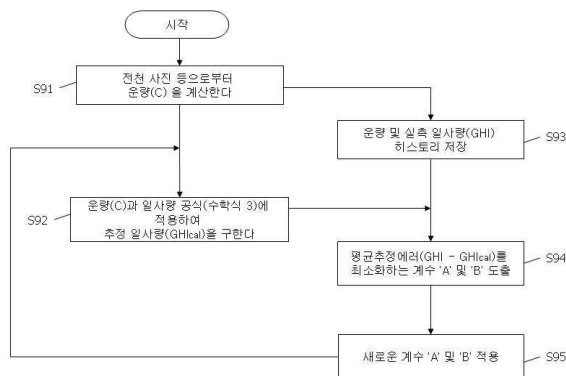
(54) 발명의 명칭 일사량 추정을 위해 전천사진으로부터 운량을 계산하는 방법, 상기 계산한 운량을 이용한 태양광 발전량 예측 장치

(57) 요약

본 발명은 기상 예측에 관한 것으로서, 특히 일사량 추정을 위해 전천 사진으로부터 구름의 양(운량)을 계산하는 방법 및 그 계산한 운량을 이용해 태양광 발전량을 예측하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명은: 운량으로부터 일사량을 계산 시, 지역적 특성뿐만 아니라, 계절적 특성, 패널 오염 및 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 실시간으로 적용하여 정확도를 향상시키기 위한 것으로서; 시간에 따라 측정된 운량과 그 운량을 측정된 각 시간에 실측한 일사량(GHI)의 데이터 히스토리를 기준으로 오차(즉, 일사량 추정값과 실측 일사량 간의 오차)를 최소화할 수 있는 다이나믹 계수 'A' 및 'B'를 제한 루프(loop)를 통해 획득하고; 일사량 추정을 위해 운량 계산 시, 태양 주변의 운량에 가중치를 결정하여 전천사진의 운량을 계산하는 방법 및 장치를 제공한다.

대표도 - 도9



(72) 발명자

곽우영

서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG서초센터
(양재동)

신덕문

서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG서초센터
(양재동)

명세서

청구범위

청구항 1

특정지역을 촬영한 전천사진으로부터 일사량을 추정을 위한 운량을 계산하는 방법으로서,

상기 촬영한 전천사진을 이미지 처리하고, 태양의 위치를 계산하는 단계와;

상기 계산한 태양의 위치에 기초하여 상기 전천사진에서 태양주변의 영역 및 적어도 하나 이상의 다른 영역들을 지정하는 단계와;

상기 태양 주변의 영역과 상기 다른 영역들 각각에 대해 영역별 운량을 계산하는 단계와;

상기 태양 주변 영역에 대한 일사량을 보정하기 위해, 상기 태양 주변 영역의 운량에 대한 가중치를 결정하는 단계와;

상기 결정한 가중치를 이용하여 상기 전천사진의 전체 운량을 계산하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 운량 계산 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 태양 주변의 영역의 운량에 대한 가중치는

상기 전천사진에서 태양 주변의 구름으로 인해 발생하는 일사량의 오차를 보정하기 위해 상기 태양 주변의 영역의 운량에 대해 부여되는 값으로서, 상기 다른 영역들과 대비하여 결정되는 것을 특징으로 하는 운량 계산 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 결정한 가중치를 이용하여 상기 전천사진의 전체 운량을 계산하고, 상기 계산한 전체 운량을 이용하여 일사량을 추정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 운량 계산 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 전천사진으로부터 전체 운량(C)은

수학식

$$C = d(\text{태양주변 영역의 운량}) + e(\text{태양주변 영역 이외의 영역들의 운량})$$

를 이용하여 계산되고,

상기 수학식에서 'd' 는 태양이 구름에 의해 가려짐으로써 발생하는 일사량의 오차를 보정하기 위해, 태양 주변의 운량에 대해 부여되는 가중치이고, 'e'는 태양주변 영역 이외의 영역들의 운량에 대해 부여되는 계수인 것을 특징으로 하는 운량 계산 방법.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 일사량(GHI)은

수학식

$$GHI = GHI_{\text{clear}} (1 - A(C)^B)$$

를 이용하여 추정되며,

상기 식에서 'GHI_{clear}' 는 맑은 하늘의 일사량이고, 상기 GHI는 추정하는 일사량이고, 'C'는 전천사진의 전체 운

량인 것을 특징으로 하는 운량 계산 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 계수 'A' 및 상기 계수 'B'는

지역적 특성과, 계절적 특성과, 패널 오염 및 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 실시간으로 적용하여 결정되는 계수이고,

시간에 따라 측정된 운량과 그 운량을 측정된 각 시간에 실측한 일사량(GHI)의 데이터 히스토리를 기준으로, 상기 추정된 일사량(GHI)과 실측 일사량 간의 오차가 최소화되도록 결정되는 것을 특징으로 하는 운량 계산 방법.

청구항 7

특정 지역 하늘의 구름을 전천사진으로 촬영하는 카메라와, 촬영한 전천사진을 이미지 처리하는 이미지 프로세서와, 전천사진을 저장하는 메모리와, 전천사진을 표시하는 디스플레이를 구성하는 구름 관측 장치에 있어서,

위도, 경도 및 일시를 이용하여 상기 촬영한 전천사진에서 태양의 위치를 계산하고; 상기 계산한 태양의 위치에 기초하여 전천사진에서 태양 주변의 영역과 그 이외의 영역들로 분할하여 설정하고; 그 설정한 영역 중 태양 주변의 영역의 운량을 계산 시에 적용할 가중치를 결정하고; 상기 태양 주변 영역에 대한 상기 결정된 가중치를 이용하여 상기 전천사진의 전체 운량을 계산을 처리하는 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 예측 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 처리부는

상기 계산한 전체 운량을 이용하여 일사량을 계산 시,

지역적 특성과, 계절별 특성과, 패널 오염과, 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 실시간으로 적용하여 일사량을 측정하기 위해, 상기 메모리에 저장된 운량 및 실측 일사량(GHI)의 히스토리를 참조하여 평균 추정 에러(즉, $GHI - GHI_{cal}$)가 최소값이 되도록, 수학적식 $GHI = GHI_{clear} (1 - A(C)^B)$ 에서 'A' 및 'B' 계수를 결정하며, 여기서 ' GHI_{clear} ' 는 맑은 하늘의 일사량이고, 상기 GHI는 추정하는 일사량이고, 'C'는 상기 구름에 가려진 태양 주변의 일사량을 보정하여 상기 GHI 추정에 적용되는 전천사진의 전체 운량이고, 또한

상기 처리부는 상기 전체 운량(C)를 계산 시

수학적식 $C = d(\text{태양주변 영역의 운량}) + e(\text{태양주변 영역 이외의 영역들의 운량})$ 를 이용하여 결정하며, 여기서 'd' 는 태양이 구름에 의해 가려짐으로써 발생하는 일사량의 오차를 보정하기 위해, 태양 주변의 운량에 대해 부여되는 가중치이고, 'e'는 태양주변 영역 이외의 영역들의 운량에 대해 부여되는 계수인 것을 특징으로 하는 태양광 발전 예측 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기상 예측에 관한 것으로서, 특히 일사량 추정을 위해 전천 사진으로부터 구름의 양(운량)을 계산하는 방법 및 그 계산한 운량을 이용해 태양광 발전량을 예측하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 구름은 기상 현상에 있어 강수뿐 아니라 대기 복사 수지에도 영향을 미치는 중요한 기후 요소이다. 하여, 구름의 양(운량)을 관측하는 연구가 끊임없이 요구되어 왔다.

[0003] 특히, 전천 영상을 이용한 운량 분석은 디지털 카메라와 저장 매체들과 같은 일련의 장비들의 성능 향상과 지속된 개발 때문에 가능할 수 있었다. 예를 들어, 전천 영상을 이용하여 기상예측을 하는 장비로서, PREDE사의 Skyview PSV-100, TSI 사의 Total Sky Imager TSI-880, UCSD에서 개발한 Whole Sky imager와 같은 구름 관측 기구(sky imager)가 있다.

[0004] 구름 관측 기구(장치)는 반구에 비치 하늘의 모습을 CCD(charge-coupled device)카메라로 위에서 아래로 내려찍

거나 어안렌즈로 하늘을 촬영하여 웹 상에서 데이터를 열람할 수 있는 장비이다. 예를 들어, 도 1에 도시된 PREDE 사의 Skyview는 기본적으로 본체와 본체 정상부에 유리 돔, 그리고 돔에서 약 5센티미터 높이에 설치된 차폐판으로 이루어져 있다. 디지털 카메라 CCD는 본체 정상부 유리 돔 안에 설치되어 하늘 방향으로 전천 사진을 찍는데 이때 유리 돔은 비나 눈 등의 습기로부터 카메라를 보호하고 곤충의 침입을 방해하는 역할을 한다. 차폐판은 태양을 따라 자동적으로 움직이면서 태양이 사진에 찍히는 것을 막는다. 차폐판으로 인해 카메라 시야의 일부를 그 너비만큼 가리는 문제가 발생하지만 차폐판이 없을 경우 태양이 그대로 사진에 찍혀 과도한 반사의 유입이 생기기 때문에 이를 막기 위한 필수적인 구성요소에 해당한다.

[0005] 도 1의 하단에 도시된 바와 같이, 카메라의 화각(시야)는 태양 천정각 75° 이하의 범위로서 총 150° 이며, 사진에는 천정의 모습이 원의 형태로 중앙에 자리하고 원 주변은 돔을 둘러싼 검은색 구조물의 일부와 함께 전체적으로 검게 찍힌다.

[0006] 한편, 종래 전천 사진을 통해 운량을 계산하는 구름 관측기구는, 촬영한 렌즈(예를 들어, 어안렌즈)의 왜곡을 고려하지 않기 때문에, 정확한 운량을 측정할 수 없는 기술적 한계점을 내포하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 구름 관측기구에서 전천 사진(whole sky image)을 이용하여 운량을 계산할 때, 전천 사진을 촬영한 렌즈의 왜곡을 고려하여 운량을 계산하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다. 즉, 본 발명은 전천사진에서 왜곡을 고려하여 분할한 영역별로 가중치를 두어 운량을 계산하는 것이다.

[0008] 또한, 본 발명은 상기 운량 계산을 통해 획득한 운량정보를 시계열 회귀분석하여 미래 운량을 예측하고, 그 예측한 운량과 기상청의 예보 운량을 비교하여 미래 운량 예측치를 보정하는 방법 및 장치를 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명은 상기 계산한 운량을 이용하여 실시간 태양광 발전량을 예측하는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 운량 계산 방법은,

[0011] 특정지역을 촬영한 전천사진으로부터 일사량을 추정을 위한 운량을 계산하는 방법으로서,

[0012] 상기 촬영한 전천사진을 이미지 처리하고, 태양의 위치를 계산하는 단계와;

[0013] 상기 계산한 태양의 위치에 기초하여 상기 전천사진에서 태양주변의 영역 및 적어도 하나 이상의 다른 영역들을 지정하는 단계와;

[0014] 상기 태양 주변의 영역과 상기 다른 영역들 각각에 대해 영역별 운량을 계산하는 단계와;

[0015] 상기 태양 주변 영역에 대한 일사량을 보정하기 위해, 상기 태양 주변 영역의 운량에 대한 가중치를 결정하는 단계와;

[0016] 상기 결정한 가중치를 이용하여 상기 전천사진의 전체 운량을 계산하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하게는, 상기 태양 주변의 영역의 운량에 대한 가중치는

[0018] 상기 전천사진에서 태양 주변의 구름으로 인해 발생하는 일사량의 오차를 보정하기 위해 상기 태양 주변의 영역의 운량에 대해 부여되는 값으로서, 상기 다른 영역들과 대비하여 결정되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 바람직하게는, 상기 결정한 가중치를 이용하여 상기 전천사진의 전체 운량을 계산하고, 상기 계산한 전체 운량을 이용하여 일사량을 추정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 바람직하게는, 상기 전천사진으로부터 전체 운량(C)은

[0021] 수학식

- [0022] $C = d(\text{태양주변 영역의 운량}) + e(\text{태양주변 영역 이외의 영역들의 운량})$
- [0023] 를 이용하여 계산되고,
- [0024] 상기 수학적식에서 'd' 는 태양이 구름에 의해 가려짐으로써 발생하는 일사량의 오차를 보정하기 위해, 태양 주변의 운량에 대해 부여되는 가중치이고, 'e'는 태양주변 영역 이외의 영역들의 운량에 대해 부여되는 계수인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 바람직하게는, 상기 일사량(GHI)은
- [0026] 수학적식 $GHI = GHI_{\text{clear}} (1 - A(C)^B)$ 를 이용하여 추정되며,
- [0027] 상기 식에서 ' GHI_{clear} ' 는 맑은 하늘의 일사량이고, 상기 GHI는 추정하는 일사량이고, 'C'는 전천사진의 전체 운량인 것을 특징으로 한다.
- [0028] 바람직하게는, 상기 계수 'A' 및 상기 계수 'B'는
- [0029] 지역적 특성과, 계절적 특성과, 패널 오염 및 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 실시간으로 적용하여 결정되는 계수이고,
- [0030] 시간에 따라 측정된 운량과 그 운량을 측정된 각 시간에 실측한 일사량(GHI)의 데이터 히스토리를 기준으로, 상기 추정된 일사량(GHI)과 실측 일사량 간의 오차가 최소화되도록 결정되는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 태양광 발전 예측 장치는,
- [0032] 특정 지역 하늘의 구름을 전천사진으로 촬영하는 카메라와, 촬영한 전천사진을 이미지 처리하는 이미지 프로세서와, 전천사진을 저장하는 메모리와, 전천사진을 표시하는 디스플레이를 구성하는 구름 관측 장치에 있어서,
- [0033] 위도, 경도 및 일시를 이용하여 상기 촬영한 전천사진에서 태양의 위치를 계산하고; 상기 계산한 태양의 위치에 기초하여 전천사진에서 태양 주변의 영역과 그 이외의 영역들로 분할하여 설정하고; 그 설정한 영역 중 태양 주변의 영역의 운량을 계산 시에 적용할 가중치를 결정하고; 상기 태양 주변 영역에 대한 상기 결정된 가중치를 이용하여 상기 전천사진의 전체 운량을 계산을 처리하는 처리부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 바람직하게는, 상기 처리부는
- [0035] 상기 계산한 전체 운량을 이용하여 일사량을 계산 시,
- [0036] 지역적 특성과, 계절별 특성과, 패널 오염과, 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 실시간으로 적용하여 일사량을 측정하기 위해, 상기 메모리에 저장된 운량 및 실측 일사량(GHI)의 히스토리를 참조하여 평균 추정 에러(즉, $GHI - GHI_{\text{cal}}$)가 최소값이 되도록, 수학적식 $GHI = GHI_{\text{clear}} (1 - A(C)^B)$ 에서 'A' 및 'B' 계수를 결정하며, 여기서 ' GHI_{clear} ' 는 맑은 하늘의 일사량이고, 상기 GHI는 추정하는 일사량이고, 'C'는 상기 구름에 가려진 태양 주변의 일사량을 보정하여 상기 GHI 추정에 적용되는 전천사진의 전체 운량이고, 또한
- [0037] 상기 처리부는 상기 전체 운량(C)를 계산 시
- [0038] 수학적식 $C = d(\text{태양주변 영역의 운량}) + e(\text{태양주변 영역 이외의 영역들의 운량})$ 를 이용하여 결정하며, 여기서 'd' 는 태양이 구름에 의해 가려짐으로써 발생하는 일사량의 오차를 보정하기 위해, 태양 주변의 운량에 대해 부여되는 가중치이고, 'e'는 태양주변 영역 이외의 영역들의 운량에 대해 부여되는 계수인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0039] 본 발명은 전천사진으로부터 운량을 이용하여 일사량을 추정(계산) 시, 전천사진에서 태양 주변 영역의 구름으로 인하여 발생하는 일사량의 오차를 보정하기 위해, 태양 주변 영역의 운량에 대하여 가중치를 적용하여 운량을 계산하고, 또한그 계산한 운량을 이용하여 더욱 정확한 일사량을 추정할 수 있다.
- [0040] 또한, 본 발명은 운량과 실측 일사량의 데이터베이스를 구축하여, 운량과 실측 일사량을 참조하여 추정 일사량과 실측 일사량 간의 오차를 최소화할 수 있는 다이نام릭 계수(즉, $GHI = GHI_{\text{clear}} (1 - A(C)^B)$ 에서 'A' 및 'B')

를 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1에 도시된 PREDE 사의 Skyview라는 종래 구름 관측 장치이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 운량을 계산하는 방법을 나타낸 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 운량을 계산하기 위해 전천사진을 영역별로 구분한 것이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예로서, 영역에 따른 가중치의 특성을 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예로서, 전천사진으로부터 계산한 운량에 기초하여 미래 운량을 예측하고, 그 예측치를 보정하는 방법을 나타낸 흐름도이다.
- 도 6은 시계열 회귀분석을 통한 운량 예측 방법을 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예로서, 전천사진으로부터 계산한 운량을 이용하여 태양광 발전량을 예측하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- 도 8은 실측 운량을 통해 추정된 일사량과, 실측 일사량을 비교한 도표들이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 운량으로부터 일사량을 추정 시, 다이내믹 계수(dynamic coefficient)를 적용하여 실측 일사량과의 오차를 보정하는 방법을 나타낸 흐름도이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 전천사진으로부터 일사량을 추정 시에, 태양 주변의 운량에 가중치를 적용하여 일사량을 측정하는 방법이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시 예로서, 태양 주변의 운량에 가중치를 적용하여 일사량을 측정하기 위해 전천사진을 영역별로 구분한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 본 발명은 구름 관측 장치 및 태양광 발전량 예측 시스템에 적용된다. 그러나, 본 발명은 이에 한정하지 않고, 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 모든 멀티미디어 시스템 및 제어장치에 적용될 수도 있다.
- [0043] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 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.
- [0044] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0045] 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 있다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0046] 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 명세서 상에 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.
- [0047] 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. 일

반적으로 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.

- [0048] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명에 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어 도면 부호에 상관없이 동일하거나 대응하는 구성요소는 동일한 참조번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0049] 도 2 내지 도 8에 도시된 본 발명의 제1 기본 개념은: 1) 어안렌즈 등으로 촬영된 전천사진을 통해 운량을 계산 시에 렌즈의 왜곡을 고려하여 전천사진에서 영역 별로 가중치를 두어 보다 정확한 운량을 계산하고; 그 계산한 운량을 기초로 미래 운량을 예측할 때, 기상청 운량 예보치와 비교하여 운량 예측치의 오차를 보정하고; 또한 상기 계산한 운량값(즉, 운량 정보)를 이용하여 실시간 태양광 발전량을 예측하는 것이다.
- [0050] 도 9 내지 도 11에 도시된 본 발명의 제2 기본 개념은: ㄱ) 상기 제1 기본 개념에 기초하여; ㄴ) 운량으로부터 일사량을 계산 시, 지역적 특성뿐만 아니라, 계절적 특성, 패널 오염 및 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 실시간으로 적용하여 정확도를 향상시키기 위한 것으로서, ㄷ) 시간에 따라 측정된 운량과 그 운량을 측정 한 각 시간에 실측한 일사량(GHI)의 데이터 히스토리를 기준으로 오차(즉, 일사량 추정값과 실측 일사량 간의 오차)를 최소화할 수 있는 다이내믹 계수 'D' 및 'E'를 케한 루프(loop)를 통해 획득하고; ㄹ) 일사량 추정을 위해 운량 계산 시, 태양 주변의 운량에 가중치를 결정하여 전천사진의 운량을 계산하는 것이다.
- [0051] 도 2는 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 운량을 계산하는 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0052] 도 3은 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 운량을 계산하기 위해 전천사진을 영역별로 구분한 것이다. 도 3의 실시 예는, 전천사진에서 영역들(즉, 영역 1 ~ 영역 n)을 천정(zenith)을 원점으로 하여 동심원의 영역으로 구분하고, 각 영역별로 서로 다른 가중치를 두어 운량 계산을 함으로써, 더욱 정확한 운량을 계산하기 위한 것이다.
- [0053] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시 예는 렌즈(예를 들어, 어안렌즈)의 특성상 왜곡을 고려하여 촬영한 전천 사진에 영역 별(즉, 도 3과 같이 동심원 형태의 영역들, 영역 1 ~ 영역 n)로 구분하고, 각 영역에 대해 서로 다른 가중치를 설정한 후에, 각 영역별 운량을 계산하고 또한 전체 운량을 계산하는 것이다. 여기서, 어안렌즈는 화각(또는 시야각)이 180° 이고, 하늘 전체를 촬영할 수 있는 렌즈의 특성이 있다. 다만, 어안렌즈는 화각이 넓은 관계로 촬영된 피사체의 왜곡이 발생한다. 즉, 이러한 어안렌즈의 특성상, 전천 사진에 촬영된 구름의 모양이나 크기도 왜곡 현상이 발생한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 전천사진에서 천정(zenith) 부근에 있는 특정 한 개의 픽셀(설명된 편의상 제1 픽셀)과, 지평선 부근에 있는 특정 한 개의 픽셀(설명된 편의상 제2 픽셀)이 동일한 크기(넓이)에 해당한다(즉, 전천사진의 이미지에서 한 개의 픽셀이 차지하는 넓이는 렌즈의 왜곡을 고려하지 않은 것이기에 실제 피사체의 넓이와는 차이가 발생한다). 하지만, 어안렌즈의 특성상, 제1 픽셀의 실제 넓이는 제2 픽셀의 실제 넓이보다 작다. 왜냐하면, 전천사진의 가장자리(예를 들어, 영역 n)가 가장 렌즈 왜곡 현상이 심하여, 실제 피사체의 넓이도 왜곡되어 촬영되기 때문이다.
- [0054] 따라서, 본 발명은, 이러한 전천사진의 왜곡 이미지로부터 운량 측정에 오차가 발생을 보정하고, 또한 정확한 운량을 측정하기 위해 착안한 것이며, 이러한 착안점을 구현하기 위해 촬영된 전천사진에서 왜곡되는 정도에 따라 영역들(예를 들어, 도 3과 같이 영역을 구분함)을 구분하고 각 영역에 렌즈의 왜곡을 보정할 수 있는 서로 다른 가중치를 설정하여 각 영역별로 운량을 계산(측정)하는 방법을 제공한다.
- [0055] 이하, 도 2 및 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 전천사진으로부터 운량을 계산하는 방법을 상세히 설명한다.
- [0056] 구름 관측용 장치에 구비된 어안렌즈로 전천사진을 촬영한다(S21). 상기 촬영된 전천사진은 구름영역과 하늘부분으로 분리되도록 이미지 프로세싱 작업이 이루어진다(S22). 이때, 촬영된 전천사진에서 과량색 부분은 빈 하늘(즉, 구름이 없는 영역)로 인식하고, 전천사진에서 흰색 부분은 구름으로 인식한다.
- [0057] 촬영된 전천사진은 어안렌즈의 특성상, 왜곡된 이미지이므로, 전천사진에 보여지는 빈 하늘과 구름의 영역 크기 및 모양도 왜곡된 이미지가 된다. 따라서, 도 3과 같이, 전천사진에서 중심점을 기준으로 동심원 형태의 영역을 N개(즉, 1 ~ n)로 분할한다(S23). 각 영역은 렌즈의 왜곡율이 유사한 부분에 해당한다.
- [0058] 상기 S23 과정에서 분할된 N 개의 각 영역에 대해 운량을 계산한다(S24). 이때, 각 영역의 운량을 계산하는 수학적 식 1과 같다.

[0059] [수학식 1]

[0060] $C_i = i$ 영역에서 구름의 픽셀 수 / i 영역에서 전체 픽셀 수

[0061] 여기서, $i = 1, 2, \dots, n$

[0062] 즉, 수학식 1에서 i 는 상기 분할된 n 개의 영역 중 임의의 특정 영역을 가리킨다.

[0063] 상기 S23 단계에서, 수학식 1을 통하여 계산된 각 영역의 운량은 어안렌즈의 왜곡 특성이 반영된 이미지에서 추출된 것이기 때문에, 각 영역별로 분포된 구름의 양을 정확히 측정하였다고 볼 수 없다. 예를 들어, 도 3의 전천사진에서 영역 1에서 영역 n 으로 갈수록 이미지의 왜곡이 심하다. 예를 들어, 영역 n 에서 측정된 구름에 해당하는 부분(영역)의 픽셀 수와, 영역 1에서 측정된 구름에 해당하는 부분(영역)의 픽셀 수가 같다고 가정할 때, 영역 n 과 영역 1에서 측정된 구름의 양이 실제로 같다고 할 수 없다. 따라서, 각 영역별(즉, 영역 1 ~ 영역 n)로 가중치를 적용하여, 수학식 2를 통해 전체 운량을 계산한다(S25).

[0064] [수학식 2]

$$C = \sum_{i=0}^N \alpha_i \cdot C_i$$

[0065]

[0066] 여기서, $i = 1, 2, \dots, n$

[0067] 즉, 수학식 2는 수학식 1(C_i)에 각 영역별 가중치(즉, α_i)를 곱한 후, 합한 값이다. 다시 말해서, 수학식 1을 이용하여 구한 각 영역별 운량(즉, C_i)에 각 영역별 가중치(즉, α_i)를 곱하여, 렌즈의 왜곡을 보정한 각 영역별 운량(즉, $\alpha_i * C_i$)을 구한다. 총 운량은 '영역 1'에서 '영역 n '까지의 운량을 합한 값이 된다. 즉, 총운량(C)은 $\alpha_1 * C_1 + \alpha_2 * C_2 + \dots + \alpha_n * C_n$ 이다.

[0068] 한편 가중치 α_i 는, 실험 데이터에 의해 구할 수 있는 것으로서, 도 3의 전천사진에서 왜곡이 가장 적은 영역인 영역 1에서 가장 작은 값으로 설정되고, 왜곡이 가장 심한 영역인 '영역 n '에서 가장 큰 값을 갖는다. 즉, 가중치는 $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = 1$ 이고, $\alpha_1 < \alpha_2 < \dots < \alpha_n$ 과 같은 특성이 있다. 다시 말해서, 가중치 α_i 는, '영역 1'에서 '영역 n '까지의 범위에서 도 4와 같은 특성을 갖는다.

[0069] 이상과 같이, 도 2 및 도 3에 도시된 방법을 통하여, 본 발명은 전천 각도(Zenith angle)에 따라 서로 다른 가중치를 적용하여 더욱 정확한 운량을 계산할 수 있다.

[0070] 한편, 가중치를 설정하는 또 다른 실시 예로서, 도 2 및 도 3과 같이, 수학적 계산을 통해 영역들을 단계적으로 나누지 않고, 연속적으로 가중치를 적용할 수도 있다.

[0071] 도 5는 본 발명의 일 실시 예로서, 전천사진으로부터 계산한 운량에 기초하여 미래 운량을 예측하고, 그 예측치를 보정하는 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0072] 도 5의 실시 예는 본 발명에 따른 운량의 측정값에 기초한 운량 예측값이 기상청 예보 운량과 차이가 클 경우에 기상청의 운량 예보치를 참조하여 운량 예측값을 보정하는 것이다.

[0073] 특히, 도 5의 실시 예는 시계열회귀분석을 통해 미래의 운량을 예측한다. 여기서, '시계열회귀분석'이란, 시간에 따라 변화하는 운량(예를 들어, 도 2 및 도 3의 실시 예를 통해 계산한 운량)을 예측하여 계산하는 것이다. 특히, 도 5의 실시 예는 직전의 운량변화가 클 경우 미래 운량 값의 변화도 지나치게 크게 나타나는 경우가 있는데, 이러한 경우 기상청 운량 예보치를 참고하여 운량 예측값이 특정 범위를 벗어나지 않도록 함으로써, 안정적인 운량 예측을 하는 것이다.

[0074] 이하, 도 5를 참조하여 더욱 상세히 설명한다.

[0075] 구름 관측용 장치에 구비된 어안렌즈로 전천사진을 촬영한다(S51). 상기 촬영된 전천사진은 구름영역과 하늘부분으로 분리되도록 이미지 프로세싱 작업이 이루어진다(S52). 이때, 촬영된 전천사진에서 파랑색 부분은 빈 하

늘(즉, 구름이 없는 영역)로 인식하고, 전천사진에서 흰색 부분은 구름으로 인식한다.

- [0076] 상기 이미지 프로세싱 작업이 이루어진 전천사진으로부터 해당 지역의 운량을 계산한다(S53). 이때, 일 예로서, 상기 S53에서 운량을 계산할 때, 도 2의 S23 및 S24의 동작이 수행될 수도 있다.
- [0077] 그리고, 본 발명에 따른 구름 관측 장비는 상기 계산된 운량에 기초하여 미리 설정된 시간 간격으로 미래의 운량을 예측한다(S54). 상기 S54단계에서, 운량의 예측은 전천사진을 기반으로 한 것으로서, 이는 특정 지역의 초단기(예를 들어, 2시간 이하 간격의 예보) 운량 예측에 적합한 방식이다. 그리고, 현재와 과거의 전천 사진에 구름의 수평이동 양상을 반영하는 모션 벡터(motion vector)를 추출하여 미래의 운량 정보를 예측한다. 그리고, 구름의 이동 속도에 따라 예측 가능한 시간 범위가 달라진다. 그런데, 이러한 전천 사진에서 얻은 운량 수치 정보를 시계열 분석하여 예측하면, 갑작스러운 기상 변화 대처가 어렵다. 그런데, 각 국의 기상청은 향후 3일간의 날씨를 3시간 간격으로 예측하여 제공한다. 따라서, 중단기 예보(예를 들어, 3시간 이상 간격의 예보)를 제공하는 기상청 예보를 이용하여, 전천 사진에서 운량 예측의 오차를 보정할 수 있다. 한편, 도 6은 시계열 회귀분석을 통한 운량 예측 방법을 도시한 도면이다. 즉, 도 6에 도시된 바와 같이, 예를 들어 현재시간(t) 이전까지의 운량의 변화 추세를 계측정한 것을 기초로 미래시간(t+1)의 미래 운량을 예측할 수 있다.
- [0078] 그리고, 상기 S54단계에서 시계열회귀분석을 통해 예측한 운량 예측치와 기상청이 제공하는 운량 예보치 간에 오차를 계산한다(S55). 이때, 계산된 오차가 임계값 이상이면, 그 오차를 보정하여 최종 운량의 예측치를 결정한다(S56 및 S57). 하지만, 상기 S55 단계에서 계산한 오차가 임계값 이하일 경우, 오차 보정이 필요없기 때문에 S54단계에서 계산된 운량 예측치가 최종 운량 예측치로 결정된다(S57). 여기서, 상기 임계값은, 일 예로서, S55에서 계산한 오차의 정규 분포를 통해 결정할 수 있다. 즉, 오차 값이 전체 오차의 분포에서 특정 범위를 벗어날 경우에 해당하는 값(예를 들어, 전차 오차의 분포에서 상위 95% 이상)으로 미리 설정할 수 있다.
- [0079] 이상과 같이, 전천사진을 통해 운량을 계산 및 예측하는 경우에 있어서, 기상이 급변하는 경우엔 운량의 예측치가 오류가 발생할 수 있지만, 도 5의 실시 예와 같이, 기상청의 운량 예보치를 이용하여 오차를 계산하고 그 오차를 보정함으로써, 더욱 정확한 운량을 예측할 수 있다.
- [0080] 도 7은 본 발명의 일 실시 예로서, 전천사진으로부터 계산한 운량을 이용하여 태양광 발전량을 예측하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0081] 태양광 발전량에 영향을 미치는 요소로는 발전시스템 특성, 패널 온도, 일사량 등이 있으며, 그 중 운량 및 일사량은 변동폭이 크므로 태양광 발전량 예측에 핵심적인 부분을 차지한다.
- [0082] 도 7의 실시 예에 따른 태양광 발전량 예측 방법 및 장치는, 도 2 및 도 3의 실시 예를 통해 계산된 운량을 이용하여 실시간으로 태양광 발전량을 예측할 수 있다.
- [0083] 도 7을 참조하면, 도 7의 S71 내지 S74는 도 5의 S51 내지 S54와 동일하다. 따라서, 도 7에서 S71 내지 S74의 각 단계에 해당 동작의 설명은 도 5의 대응하는 각 단계의 해당 동작의 설명이 그대로 적용된다. 즉, 요약하면, 전천사진을 촬영하고, 이미지 프로세싱 처리된 전천사진을 통해 촬영한 지역의 운량을 계산한다. 그리고, 시계열회귀분석을 통한 미래 운량(C)을 예측한다(S71 ~ S74).
- [0084] 상기 단계들을 통해 획득한 미래 운량 예측값(또는, 예측정보)를 이용하여 미래 일사량(solar irradiance)를 추정할 수 있다(S77). 즉, 수학적 식 3을 이용하여
- [0085] 미래 일사량을 측정할 수 있다.
- [0086] [수학적 식 3]

$$GHI = GHI_{clear} \times (1 - A(\text{Sky Cover})^B)$$

- [0087]
- [0088] 수학적 식 3에서 'Sky Cover'는 운량을 가리키며, 수학적 식 2의 'C'에 해당한다.
- [0089] 'GHI_{clear}'는 맑은 하늘(즉, 청천 또는 clear sky)의 일사량을 가리킨다.
- [0090] 수학적 식 3에서 계수 A와 계수 B는 적용 위치 및 기후에 따라 서로 다른 최적의 상수 값이나 변수 값이 적용된다. 예를 들어, 상수 값은 Kasten F.와 G. Czeplak에 의해 A=0.75, B=3.4 이다. 본 발명에 따라 계수 A와 계수 B는 유동적으로 값을 결정함으로써, 미래 일사량을 더욱 정확히 예측할 수 있다.

- [0091] 한편, 도 8은 실측 운량을 통해 추정된 일사량과, 실측 일사량을 비교한 도표들이다. 도 8은 맑은 날, 흐린 날, 운량 변화가 심한 날로 구분하여 수학적 2로 계산한 추정 일사량과 실측 일사량을 도시한 것이다.
- [0092] 상기 S77단계에서 수학적 3을 통해 미래 일사량을 추정할 때,
- [0093] 위도와 경도와 일시 등을 고려하고 맑은 하늘(청천공)에서의 일사량을 먼저 계산하고(즉, 'GHI_{clear}'), 이를 기초해서 상기 S77 단계에서 계수 A와 계수 B를 결정한 후, 수학적 3을 통해 미래 일사량을 추정한다.
- [0094] 한편, 상기 S72의 이미지 프로세싱 단계 후, 전천사진을 픽셀 수로 운량을 계산하는 것이 아니라, 모션 벡터를 통해 미래 구름 이미지를 예측하고 해당 지역(즉, 전천사진의 촬영 지역)의 미래 운량을 계산하는 과정이 선택적으로 수행될 수도 있다(S75 및 S76).
- [0095] 상기 미래 일사량을 추정할 정보를 기반으로, 발전 시스템의 정보를 이용하면, 태양광 발전량을 예측할 수 있다(S78).
- [0096] 도 9는 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 운량으로부터 일사량을 추정 시, 다이내믹 계수(dynamic coefficient)를 적용하여 실측 일사량과의 오차를 보정하는 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0097] 도 9에서 다이내믹 계수는 수학적 4에서 A 및 B를 가리킨다.
- [0098] [수학적 4]
- [0099] $GHI/GHI_{clear} = 1 - A(C)^B$
- [0100] 수학적 4는 $GHI = GHI_{clear} (1 - A(C)^B)$ 로 표현할 수 있다. 수학적 4는 수학적 3을 다르게 표현한 것 뿐이다. 즉, 수학적 4에서 'C'는 운량을 가리키며, 수학적 3의 'Sky Cover'와 같다.
- [0101] 종래 기술에서는 지역별로 고정된 계수를 적용하였는데, 이는 계절별 특성, 패널 오염, 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 고려하지 않아서 일사량 추정값이 실측 일사량과 오차가 발생가 발생하였다.
- [0102] 따라서, 도 9의 실시 예는 종래 기술에서 일사량 추정값이 실측 일사량과의 오차를 줄이기 위해 착안한 것이다.
- [0103] 즉, 도 9의 실시 예는 운량으로부터 일사량을 계산 시, 지역적 특성뿐만 아니라, 계절적 특성, 패널 오염 및 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 실시간으로 적용하여 정확도를 향상시키기 위한 것이다. 이를 위해, 시간에 따라 측정된 운량과 동일 시간에 따라 실측한 일사량(GHI)의 데이터 히스토리를 기준으로 오차(즉, 일사량 추정값과 실측 일사량 간의 오차)를 최소화할 수 있는 다이내믹 계수 'A' 및 'B'를 도 9의 흐름도에 표현된 궤환 루프(loop)를 통해 획득하는 것이다.
- [0104] 도 9를 참조하여 보다 상세히 설명하면, '수학적 2'를 이용하여 운량 'C'를 구한다(S91). 상술한 바와 같이, 수학적 2는 전천사진에서 렌즈의 왜곡을 보정하기 위해 가중치를 적용한 것이다. 한편, 운량 'C'는 '수학적 2'를 이용하지 않고, 종래 방법을 통해 측정된 운량 일 수도 있다.
- [0105] 상기 S91에서 산출한 운량 'C'와 일사량 공식(즉, 수학적 3)을 통해 추정 일사량(이하, 편의상 'GHI_{cal}'이라 한다)을 구한다(S92). 이때, '수학적 3'에서 계수 'A' 및 'B'는 추정 일사량('GHI_{cal}')과 실측 일사량(이하, 편의상 'GHI'이라 한다) 간의 오차가 최소가 되도록 결정된다.
- [0106] 상기 계수 'A' 및 'B'를 결정하는 방법을 보다 상세히 설명하면 다음과 같다. 즉, 상기 S92단계에서 측정된 운량 'C'와 실측으로 측정된 일사량(GHI)의 데이터들의 기록들이 데이터베이스(또는 저장부)에 저장된다(S93). 상기 데이터베이스에 저장된 운량 'C'의 기록들과 각 운량 'C'를 측정할 시점에 각각 대응하는 실측 일사량(GHI)을 이용하여, 특정 시점에서의 실측 일사량과 추정 일사량(즉, S92에서 계산된 것임) 간의 차이(일명, '평균 추정 에러'라 한다)가 최소가 되도록, 상기 계수 'A' 및 'B'를 결정한다.
- [0107] 즉, 다시 말해서, '평균 추정 에러(즉, $GHI - GHI_{cal}$)'가 최소값이 나오도록, '수학적 3' 또는 '수학적 4'에서 'A' 및 'B' 계수 값을 도출한다(S94).
- [0108] 상기 S93 및 S94를 통하여 획득한 새로운 계수 'A' 및 'B'는 상기 S92 추정 일사량을 계산할 때, 수학적 3의 계수들로 적용된다(S95).

- [0109] 이상과 같이, 도 9의 실시 예는 측정된 운량 'C'를 이용하여 계산한 추정 일사량('GHI_{cal}')을 도출 시에, 실측 일사량(GHI)과 오차가 최소가 되도록 다이나믹 계수 'A' 및 'B' 결정할 수 있다. 다이나믹 계수 'A' 및 'B' 결정은, 곧 지역적 특성 뿐 아니라, 계절별 특성, 패널 오염 등의 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 실시간으로 반영한 결과인 것이다.
- [0110] 도 10은 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 전천사진으로부터 일사량을 추정 시에, 태양 주변의 운량에 가중치를 적용하여 일사량을 측정하는 방법이다.
- [0111] 도 11은 본 발명의 일 실시 예로서, 태양 주변의 운량에 가중치를 적용하여 일사량을 측정하기 위해 전천사진을 영역별로 구분한 것이다. 도 11에 도시된 바와 같이, 태양의 빛으로 인하여 태양 주변의 구름이 존재 유무에 인식 오류가 발생하는 영역이 있을 수 있다. 도 10에서 운량을 계산 시, 태양 주변의 운량에 가중치를 적용하기 위한, 영역의 분할은 다양하게 실시될 수 있다. 예를 들어, 도 11과 같이, 전천사진의 중심, 즉 천정(zenith) 주변의 영역(즉, 영역 3)과, 어안렌즈의 왜곡이 심하게 발생하는 영역(즉, 영역 2)과, 태양으로 인하여 구름의 양 계산에 오차가 발생하는 영역(즉, 영역 1)으로 분할할 수 있다.
- [0112] 도 10 및 도 11에 도시된 본 발명은, 이러한 태양 주변의 구름 양을 정확히 산출하여 일사량을 추정하기 위한 것이다. 이를 위해, 본 발명의 실시 예는 전천사진에서 운량을 정확히 계산하기 위해, 적어도 하나 이상의 영역으로 분할하고; 각 분할한 영역에 가중치를 적용하여 각 영역별 운량을 계산한 후; 전천사진의 전체 운량을 도출한다; 그리고, 그 도출한 전체 운량을 이용하여 일사량을 추정하는 것이다.
- [0113] 도 10 및 도 11의 실시 예에서, 태양 주변의 운량 계산에 적용될 가중치는 수학적 식 5를 통하여 얻을 수 있다.
- [0114] [수학적 식 5]
- [0115] $C = d(C1) + e(C2 + C3)$
- [0116] 수학적 식 5에서 'C'는 도 11의 전천사진에 나타난 전체 운량이고, 'C1'는 도 11의 '영역 1'의 운량이고, 'C2'는 도 11의 '영역 2'의 운량이고, 'C3'는 도 11의 '영역 3'의 운량이다.
- [0117] 즉, 도 10 및 도 11의 실시 예는, 전천사진으로부터 운량을 통해 일사량을 계산 시, 태양 주변 영역에 분포된 구름의 양을 정확히 계산하기 위한 보정 방법이다.
- [0118] 도 10을 참조하면, 구름 관측용 장치에 구비된 어안렌즈로 전천사진을 촬영한다(S101). 상기 촬영된 전천사진은 구름영역과 하늘부분으로 분리되도록 이미지 프로세싱 작업이 이루어진다(S102). 이때, 촬영된 전천사진에서 파랑색 부분은 빈 하늘(즉, 구름이 없는 영역)로 인식하고, 전천사진에서 흰색 부분은 구름으로 인식한다.
- [0119] 상기 이미지 프로세싱 작업이 이루어진 전천사진으로부터 태양 주변의 영역을 설정한다(S103). 이때, 위도, 경도 및 일시를 이용하여 태양의 방위각을 계산함으로써 태양 위치를 도출하고, 그 도출된 태양 위치를 참조하여, 예를 들어, 도 1과 같이 태양 주변의 영역(즉, 영역 1)을 설정한다. 또한, '영역 1' 이외에도, '영역 2'와 '영역 3'을 분할하여 설정한다.
- [0120] 그리고, 각 영역 별로 운량을 계산한다(S104). 이때, 수학적 식 2를 이용하여 각 영역별 가중치(이는 운량의 계산 시, 렌즈의 왜곡을 보정하기 위한 가중치이다)를 적용시켜 영역별 운량을 계산할 수도 있다.
- [0121] 수학적 식 5를 이용하여 전천사진의 전체 운량을 계산한다(S105). 즉, '영역 1'의 가중치 'A'와 '영역 1' 이외의 영역들의 가중치 'B'를 적용시켜, 전천사진으로부터 전체 운량을 계산한다.
- [0122] 상기 S105에서 계산한 전체운량과, 일사량 공식(즉, 수학적 식 3)을 이용하여 일사량을 추정한다.
- [0123] 한편, 태양의 위치가 '영역 1'에서 '영역 3'으로 이동한 경우에 있어서, 전천사진으로부터 전체 운량은, 'C = d(C3) + e(C1 + C2)'으로 계산될 것이다. 즉, 태양 주변 영역의 운량을 정확히 계산하기 위해 적용되는 가중치 'd'가, '영역 3'에 적용될 것이다.
- [0124] 이상과 같이, 태양 주변의 운량에 가중치를 적용함으로써, 태양 주변의 구름 양을 계산 시 발생할 수 있는 오차를 보정할 수 있다. 따라서, 태양 주변의 운량에 가중치를 적용하여, 전천사진에서 보장 정확한 일사량을 추정할 수 있다.
- [0125] 이하, 본 발명에 따른 태양광 발전량 예측 장치를 설명한다.

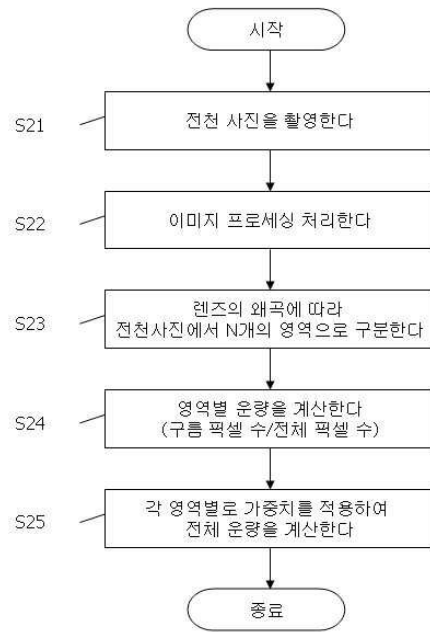
- [0126] 본 발명에 따른 태양광 발전량 예측 장치는 하늘의 구름을 촬영하는 카메라와, 촬영한 전천사진을 이미지 처리하는 이미지 프로세서와, 전천사진을 저장하고, 운량 및 실측 일사량 데이터를 저장하는 메모리(저장부 또는 데이터베이스)와, 전천사진을 표시하는 디스플레이와 같은 장치의 기본 구성 이외에도, 도 2 내지 도 11의 실시 예를 수행할 수 있는 처리부(또는, '제어부', '알고리즘 수행 모듈' 또는 '모듈' 등으로 칭할 수 있다)를 포함하는 것이 특징이다.
- [0127] 즉, 본 발명에 따른 상기 처리부는 촬영한 전천사진에서 태양의 위치를 계산하고, 그 계산한 태양의 위치에 기초하여 전천사진에서 태양 주변의 영역(예를 들어, 도 11에서 '영역 1')과 그 이외의 영역으로 분할하여 설정하고, 그 설정한 영역 중 태양 주변의 영역에 적용할 가중치(즉, 수학적 5에서 'd')를 결정하고, 상기 결정된 영역의 가중치를 이용하여 수학적 5를 수행함으로써 전천사진으로부터 전체 운량을 계산하는 동작을 처리한다. 또한, 상기 처리부는 위도, 경도, 일시의 데이터를 이용하여 태양의 위치를 계산하고, 그 계산한 태양의 위치에 기초하여 전천사진에서 상기 태양주변의 영역을 구분 내지 설정한다.
- [0128] 또한, 상기 처리부는 도 9의 실시 예와 같은 알고리즘을 처리한다. 즉, 상기 처리부는, 운량으로부터 일사량을 계산 시, 지역적 특성뿐 아니라 계절별 특성, 패널 오염, 설치환경에 따른 에너지 손실 등의 변화를 실시간으로 적용하여 일사량을 측정하기 위해, 메모리(또는 데이터베이스)에 저장된 운량 및 실측 일사량(GHI)의 히스토리를 참조하여 '수학적 3' 및 '수학적 4'에서 다이내믹 계수 'A' 및 'B'를 도출한다. 이때, 상기 처리부는 '평균 추정 에러(즉, $GHI - GHI_{cal}$)'가 최소값이 나오도록, '수학적 3' 또는 '수학적 4'에서 'A' 및 'B' 계수 값을 도출한다.
- [0129] 또한 상기 처리부는 수학적 3을 적용하여 미래 일사량을 추정하고, 이때 수학적 3의 계수 A 및 계수 B를 결정하는 동작을 수행한다. 또한 상기 처리부는 상기 추정한 미래 일사량과 발전시스템의 정보를 적용하여, 태양광 발전량을 예측하는 동작을 수행한다.
- [0130] 한편, 여기까지 설명된 본 발명에 따른 방법은 소프트웨어, 하드웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명에 따른 방법은 저장 매체(예를 들어, 이동 단말기 내부 메모리, 플래쉬 메모리, 하드 디스크, 기타 등등)에 저장될 수 있고, 프로세서(예를 들어, 이동 단말기 내부 마이크로 프로세서)에 의해서 실행될 수 있는 소프트웨어 프로그램 내에 코드들 또는 명령어들로 구현될 수 있다.
- [0131] 이상, 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

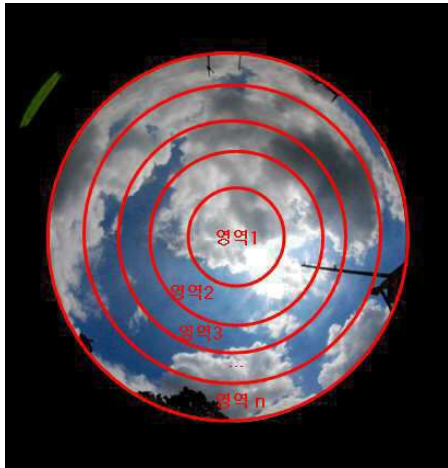
도면1



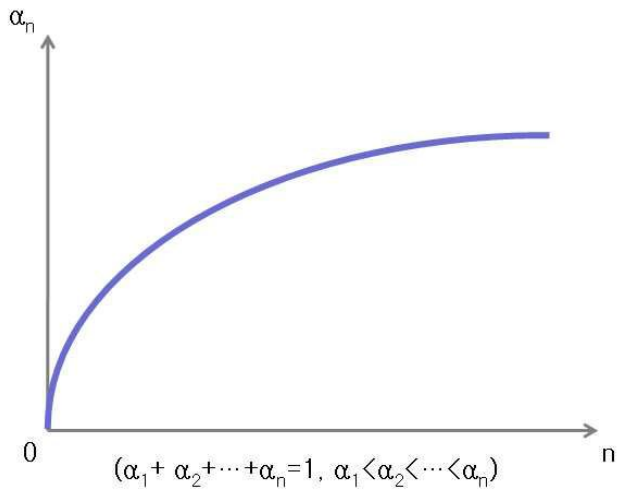
도면2



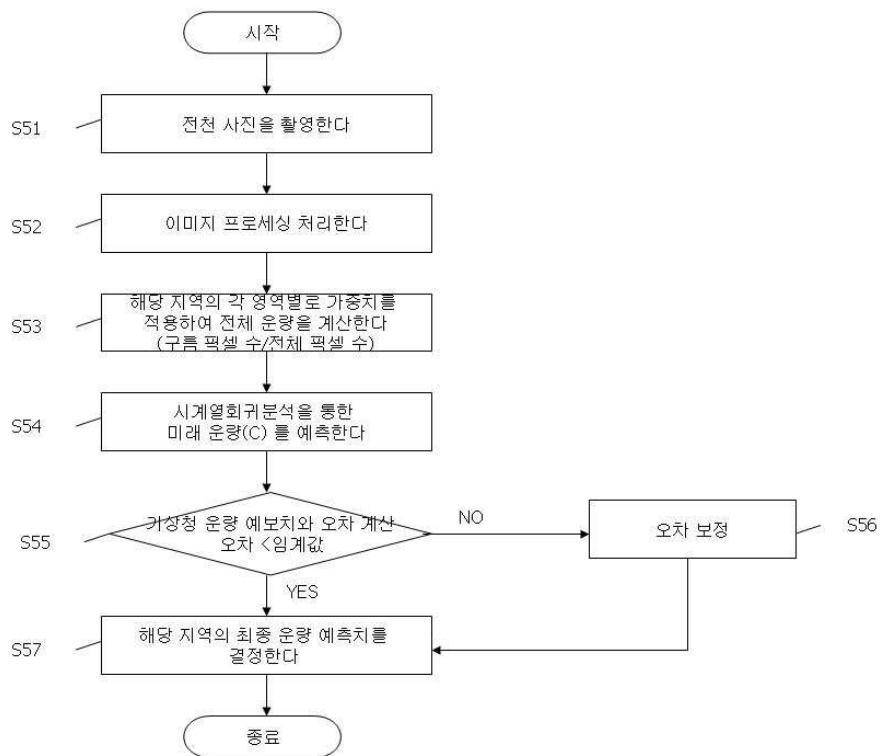
도면3



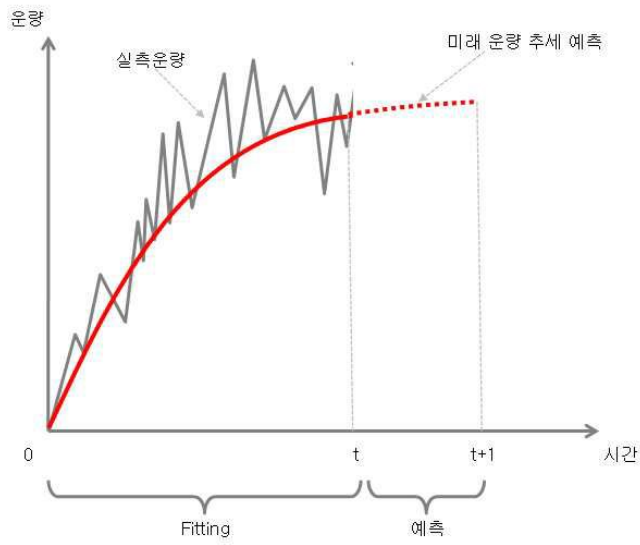
도면4



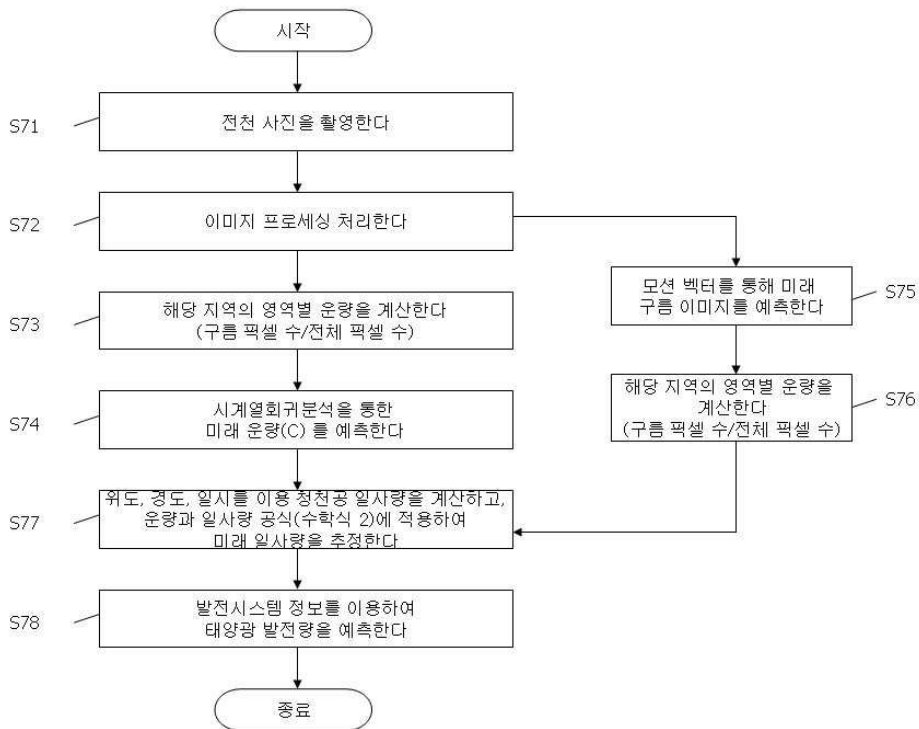
도면5



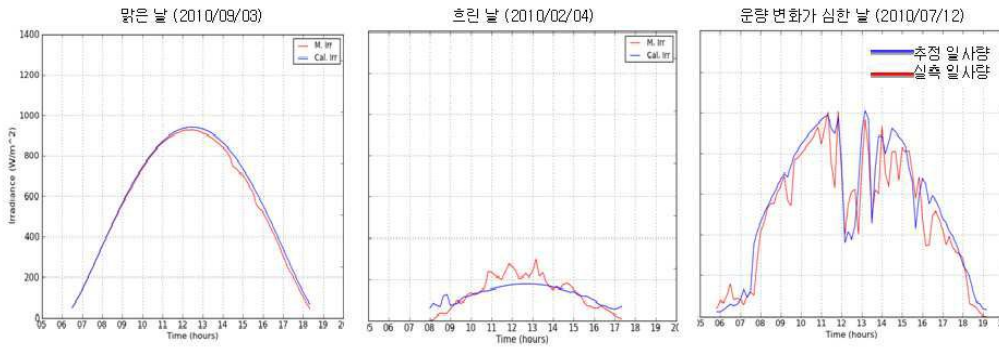
도면6



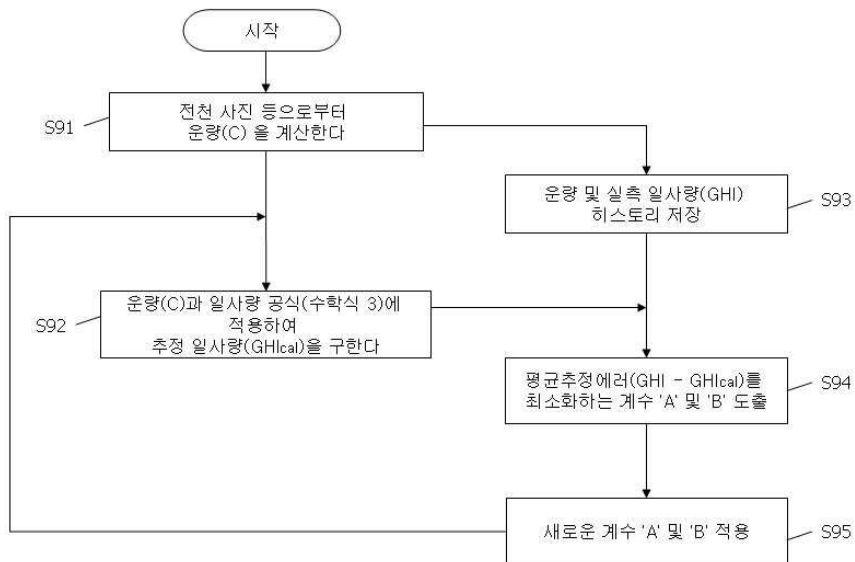
도면7



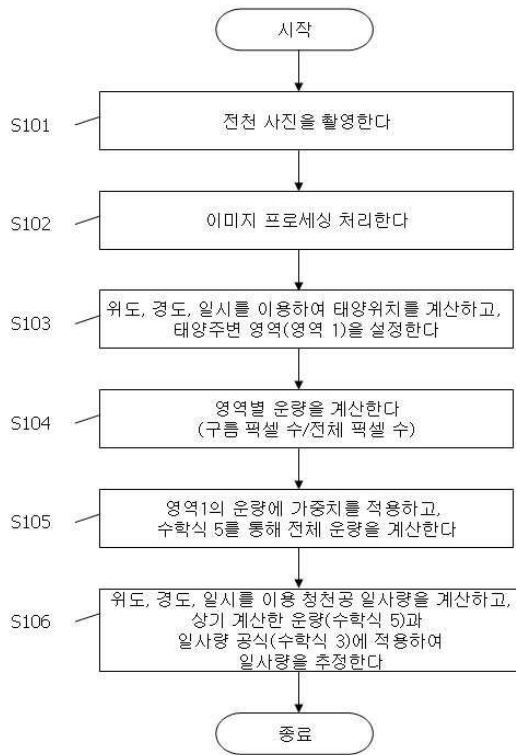
도면8



도면9



도면10



도면11

