

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0101953 (43) 공개일자 2012년09월17일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G01J 5/60 (2006.01)	(71) 출원인 부경대학교 산학협력단 부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)	(72) 발명자 권병혁 부산광역시 수영구 광안해변로15번길 68, 505동 1402호 (남천동, 뉴비치 아파트) 강동환 부산광역시 남구 용호2동 동일아파트 104동 1308 호 (뒷면에 계속)
(21) 출원번호 10-2011-0020104 (22) 출원일자 2011년03월07일 심사청구일자 2011년03월07일	(74) 대리인 특허법인다울	

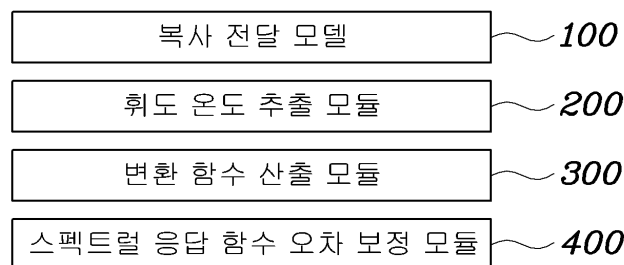
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템 및 그 방법에 대한 것으로서, 특히 정지 궤도 위성과 극궤도 위성 간의 배치 자료와 복사 전달 모델의 변환 함수를 위성 간 검정에 이용하는 휘도 온도 검정 시스템 및 그 방법에 대한 것이다. 본 발명은 정지 궤도 위성과 극궤도 위성에 대한 단계별 최적의 필터링을 거쳐 산출된 정지 궤도 위성의 매치업 휘도 온도와, 복사 전달 모델로부터 모의한 정지 궤도 위성과 극궤도 위성 사이의 변환 함수로부터 추정된 정지 궤도 위성의 휘도 온도와의 통계적 분석으로 휘도 온도를 검정할 수 있는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템 및 그 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김광호

부산광역시 동구 망양로685번길 11 (수정동)

김박사

부산광역시 동래구 석사로33번길 25, 202호 (사직동, 임페리얼빌리지)

김민성

부산광역시 수영구 광안해변로15번길 68, 아파트 506동 206호 (남천동, 뉴비치)

진광호

부산광역시 남구 용소로40번길 3, 흥덕하이빌 302호 (대연동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 CATER2006-2101

부처명 기상청

연구사업명 기상지진기술개발사업

연구과제명 대기경계층 특성과 관측 자료의 활용

주관기관 (재)기상지진기술개발사업단

연구기간 2010.03.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

복사 전달 모델과,

상기 복사 전달 모델로부터 정지 궤도 위성과 극궤도 위성의 휘도 온도를 산출하는 휘도 온도 추출 모듈과,

상기 복사 전달 모델을 이용하여 정지 궤도 위성과 극궤도 위성 간의 스펙트럴 응답 함수의 오차를 보정하기 위한 변환 함수를 산출하는 변환 함수 산출 모듈, 및

상기 변환 함수를 적용하여 산출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도와 상기 휘도 온도 추출 모듈에서 추출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도를 평균 편포와 표준 오차의 통계적 검사를 통해 검정하는 오차 보정 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 변환 함수($f(x)$)는 $f(x)=ax+b$ 이고,

상기 a 는 상기 정지 궤도 위성과 상기 극궤도 위성 간의 기울기이며,

상기 b 는 상기 정지 궤도 위성과 상기 극궤도 위성 간의 절편인 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 평균 편포($Meanbias$)는,

$$Meanbias = \frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})}{n} \text{ 이고,}$$

상기 $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며,

상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고,

상기 n 은 자료의 개수인 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 표준 오차($RMSE$)는,

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})^2}{n}} \text{ 이고,}$$

상기 $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며,

상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고,

상기 n 은 자료의 개수인 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 표준 오차($RMSE$)는,

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})^2}{n}}$$
 이고,

상기 $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며,

상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고,

상기 n 은 자료의 개수인 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템.

청구항 6

복사 전달 모델로부터 정지 궤도 위성과 극궤도 위성의 휘도 온도를 산출하는 단계와,

상기 복사 전달 모델을 이용하여 정지 궤도 위성과 극궤도 위성 간의 스펙트럴 응답 함수의 오차를 보정하기 위한 변환 함수를 산출하는 단계, 및

상기 변환 함수를 적용하여 산출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도와, 상기 복사 전달 모델로부터 정지 궤도 위성과 극궤도 위성의 휘도 온도를 산출하는 단계;에서 추출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도를 평균 편포와 표준 오차의 통계적 검사를 통해 검정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 변환 함수($f(x)$)는 $f(x) = ax + b$ 이고,

상기 a 는 상기 정지 궤도 위성과 상기 극궤도 위성 간의 기울기이며,

상기 b 는 상기 정지 궤도 위성과 상기 극궤도 위성 간의 절편인 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 방법.

청구항 8

청구항 6 또는 청구항 7에 있어서,

상기 평균 편포($Meanbias$)는,

$$Meanbias = \frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})_i}{n}$$
 이고,

상기 $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며,

상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고,

상기 n 은 자료의 개수인 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 표준 오차($RMSE$)는,

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})^2}{n}}$$

인 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 방법.

청구항 10

청구항 6 또는 청구항 7에 있어서,

상기 표준 오차($RMSE$)는,

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})^2}{n}}$$

이고,

상기 $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며,

상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고,

상기 n 은 자료의 개수인 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템 및 그 방법에 대한 것으로서, 특히 정지 궤도 위성
과 극궤도 위성 간의 배치 자료와 복사 전달 모델의 변환 함수를 위성 간 검정에 이용하는 휘도 온도 검정 시스
템 및 그 방법에 대한 것이다.

배경기술

[0002] 인공위성은 행성의 둘레를 공전하는 인공적인 물체로서, 기상의 변화를 감시하고 예측하는 등의 용도로 사용되
고 있다. 이때, 인공위성은 지구 상공 36,000km에서 지구의 자전속도와 같은 시속 11,000km의 속도로 지구 주위
를 돌고 있는 정지 궤도 (기상) 위성과, 남극과 북극의 상공을 통과하는 궤도를 도는 극궤도 (기상) 위성 등의
종류로 구분될 수 있다. 정지 궤도 위성은 지구에서 위성을 볼 때 항상 동일한 위치에 정지해 있는 것 같이 보
여지므로 위성이 같은 장소를 관측할 수 있으며, 위성 수신 안테나도 항상 동일한 방향으로 고정되어 있다. 이
러한, 정지 궤도 위성은 지구 지표면의 약 1/4 범위를 관측할 수 있으나, 극지방 관측이 어렵다. 또한, 극궤도
위성은 정지 궤도 위성보다 궤도가 낮으며, 이에 따라 구름 분포, 성층권 구조, 대기의 연직 분포, 지구 복사
수지, 우주 환경 감시 등 자세한 기상 상태 관측에 유리하다.

[0003] 이러한 정지 궤도 위성과 극궤도 위성은 다양한 기상 정보를 수집하기 위해 활용되고 있으며, 복사량을 추출하
는데에도 이용되고 있다. 하지만, 정지 궤도 위성과 극궤도 위성의 관측 파장대가 동일하더라도 채널별 스펙트
럴 응답 함수(Spectral Response Function, SRF)의 차이로 인하여 각 위성의 복사량은 서로 차이가 발생할 수
있는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 채널별 반응 함수의 차이를 보정할 수 있는 휘도 온도 검정 시스템 및 그 방법을 제공하는 것
이다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 목적을 달성하기 위해 본 발명은 복사 전달 모델과, 상기 복사 전달 모델로부터 정지 궤도 위성
과 극궤도 위성의 휘도 온도를 산출하는 휘도 온도 추출 모듈과, 상기 복사 전달 모델을 이용하여 정지 궤도 위성
과 극궤도 위성 간의 스펙트럴 응답 함수의 오차를 보정하기 위한 변환 함수를 산출하는 변환 함수 산출 모듈, 및 상
기 변환 함수를 적용하여 산출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도와 상기 휘도 온도 추출 모듈에서 추출한 정지 궤

도 위성의 휘도 온도를 평균 편포와 표준 오차의 통계적 검사를 통해 검정하는 오차 보정 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템을 제공한다. 상기 변환 함수($f(x)$)는 $f(x)=ax+b$ 이고, 상기 a 는 상기 정지 궤도 위성과 상기 극궤도 위성 간의 기울기이며, 상기 b 는 상기 정지 궤도

위성과 상기 극궤도 위성 간의 절편이다. 상기 평균 편포($Meanbias$)는, $Meanbias = \frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})}{n}$ 이고, 상기 $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며, 상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고, 상기 n 은 자료의 개수이다. 상기 표준 오차($RMSE$)는, $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})^2}{n}}$ 이고, 상기 $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며, 상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고, 상기 n 은 자료의 개수이다.

[0006] 또한, 본 발명은 복사 전달 모델로부터 정지 궤도 위성과 극궤도 위성의 휘도 온도를 산출하는 단계와, 상기 복사 전달 모델을 이용하여 정지 궤도 위성과 극궤도 위성 간의 스펙트럴 응답 함수의 오차를 보정하기 위한 변환 함수를 산출하는 단계, 및 상기 변환 함수를 적용하여 산출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도와, 상기 복사 전달 모델로부터 정지 궤도 위성과 극궤도 위성의 휘도 온도를 산출하는 단계;에서 추출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도를 평균 편포와 표준 오차의 통계적 검사를 통해 검정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템을 제공한다. 상기 변환 함수($f(x)$)는 $f(x)=ax+b$ 이고, 상기 a 는 상기 정지 궤도 위성

과 상기 극궤도 위성 간의 기울기이며, 상기 b 는 상기 정지 궤도 위성

과 상기 극궤도 위성 간의 절편이다. 상기 평균 편포($Meanbias$)는, $Meanbias = \frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})}{n}$ 이고, 상기 $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며, 상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고, 상기 n 은 자료의 개수이다. 상기 표준 오차($RMSE$)는, $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})^2}{n}}$ 이고, 상기 $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며, 상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고, 상기 n 은 자료의 개수이다.

발명의 효과

[0007] 본 발명은 정지 궤도 위성

과 극궤도 위성

에 대한 단계별 최적의 필터링을 거쳐 산출된 정지 궤도 위성의 매치업 휘도 온도와, 복사 전달 모델로부터 모의한 정지 궤도 위성

과 극궤도 위성

사이의 변환 함수로부터 추정된 정지 궤도 위성의 휘도 온도와의 통계적 분석으로 휘도 온도를 검정할 수 있는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템 및 그 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템의 개념도.

도 2는 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템에서 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도와 콜로케이션을 통해 매치업된 휘도 온도와

의 산포도.

도 3은 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 방법의 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0010] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상의 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.

[0011] 도 1은 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템의 개념도이다.

[0012] 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 복사 전달 모델(100)과, 휘도 온도 추출 모듈(200)과, 변환 함수 산출 모듈(300), 및 스펙트럴 응답 함수 오차 보정 모듈(400)을 포함한다.

[0013] 복사 전달 모델(Community Radiative Transfer Model, CRTM; 100)은 JCSDA(US Joint Center for Satellite Data Assimilation)에서 위성에 탑재된 라디오 메터 등에 대한 대기권 꼭대기에서 복사량과 복사 경도를 시뮬레이션하기 위한 것으로서, 대기 투과율(atmospheric transmittance), 구름과 에어로졸 형태에 대한 옵티컬 변수(optical parameter), 해양과 육상과 얼음 그리고 눈의 지표 형태에 대한 지표 복사율(surface emissivity)과 반사율(reflectivity), 그리고 다중 스트림(multiple stream) 복사 전달 솔루션과 관련한 모듈을 포함한다.

[0014] 휘도 온도 추출 모듈(200)은 복사 전달 모델(100)로부터 정지 궤도 위성과 극궤도 위성의 휘도 온도를 산출한다. 즉, 휘도 온도 추출 모듈은 정지 궤도 위성과 극궤도 위성 자료를 콜로케이션(collocation)하여 매치업(matchup)된 정지 궤도 위성의 휘도 온도를 추출한다. 복사 전달 모델로부터 산출된 정지 궤도 위성과 극궤도 위성의 휘도 온도는 아래의 수학식1과 같이 선형 관계를 이룬다.

수학식 1

[0015] $f(x) = ax + b$

[0016] 이때, 정지 궤도 위성과 극궤도 위성 간의 기울기(a)와, 절편(b)을 스펙트럴 응답 함수의 보정을 위한 변환 계수로 사용하고, 이때의 함수 $f(x)$ 는 변환 함수가 된다.

[0017] 변환 함수 산출 모듈(300)은 복사 전달 모델(100)을 이용하여 정지 궤도 위성과 극궤도 위성 간의 스펙트럴 응답 함수(Spectral Response Function, SRF)의 오차를 보정하기 위한 변환 함수를 산출한다. 이때, 복사 전달 모델의 입력 자료는 ECMWF 91L 다이버스 프로파일 데이터셋(ECMWF 91L diverse profile dataset)으로서, 유럽 중기 예보 센터(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts system, ECMWF)에 의해 구성된 자료이다. ECMWF 91L 다이버스 프로파일 데이터셋의 온도, 습도, 오존, 그리고 압력의 연직 프로파일 자료는 복사 전달 모델의 입력자료로 활용한다.

[0018] 표1은 스펙트럴 응답 함수 차이 보정을 위한 변환 함수의 기울기 및 절편을 나타낸 것이다.

표 1

	기울기(slope)	절편(intercept)
$f(x)$	0.99	5.15

[0020] 복사 전달 모델(100)로부터 산출한 변환 함수는 표1과 같이 해당 기울기와 절편으로 나타낼 수 있으며, 이를 극궤도 위성의 휘도 온도에 적용시켜 예측된 정지 궤도 위성의 휘도 온도를 산출한다.

[0021] 스펙트럴 응답 함수 오차 보정 모듈(400)은 변환 함수를 적용하여 산출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도와 콜로케이션 과정에서 추출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도를 아래의 수학식2와 같은 평균 편포(mean bias)와 수학식3과 같은 표준 오차(Root Mean Square Error, RMSE)의 통계적 검사를 거쳐서 검정한다.

수학식 2

[0022]
$$Mean\ bias = \frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})}{n}$$

수학식 3

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TBB_{observed} - TBB_{predicted})^2}{n}}$$

[0023]

[0024]

여기서, $TBB_{observed}$ 는 정지궤도위성의 휘도온도이며, 상기 $TBB_{predicted}$ 는 변환함수로부터 추정된 휘도온도이고, 상기 n 은 자료의 개수이다.

[0025]

도 2는 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템에서 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도와 콜로케이션을 통해 매치업된 휘도 온도와의 산포도이다.

[0026]

이러한 구조를 갖는 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템에 10일 간의 정지 궤도 위성과 극궤도 위성 자료를 적용한 결과, 도 2와 같은 상관관계를 지닌 산포도를 얻을 수 있었다.

[0027]

상술한 바와 같이, 본 발명은 정지 궤도 위성과 극궤도 위성에 대한 단계별 최적의 필터링을 거쳐 산출된 정지 궤도 위성의 매치업 휘도 온도와, 복사 전달 모델로부터 모의한 정지 궤도 위성 및 극궤도 위성 사이의 변환 함수로부터 추정된 정지 궤도 위성의 휘도 온도와 통계적 분석으로 휘도 온도를 검정할 수 있는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템을 제공할 수 있다.

[0028]

다음은 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 방법에 대해 도면을 참조하여 설명하고자 한다. 후술할 내용 중 전술된 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템의 설명과 중복되는 내용은 생략하거나 간략히 설명하기로 한다.

[0029]

도 3은 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 방법의 순서도이다.

[0030]

본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 방법은 도 3에 도시된 바와 같이, 휘도 온도를 산출하는 단계(S1)와, 변환 함수를 산출하는 단계(S2), 및 오차를 보정하는 단계(S3)를 포함한다.

[0031]

휘도 온도를 산출하는 단계(S1)는 복사 전달 모델로부터 정지 궤도 위성 및 극궤도 위성의 휘도 온도를 산출한다. 즉, 휘도 온도 추출 모듈은 정지 궤도 위성 및 극궤도 위성 자료를 콜로케이션(collocation)하여 매치업(matchup)된 정지 궤도 위성의 휘도 온도를 추출한다.

[0032]

변환 함수를 산출하는 단계(S2)는 복사 전달 모델(Community Radiative Transfer Model, CRTM)을 이용하여 정지 궤도 위성 및 극궤도 위성 간의 스펙트럴 응답 함수(Spectral Response Function, SRF)의 오차를 보정하기 위한 변환 함수를 산출한다. 이때, 변환 함수는 전술된 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템에서 설명된 수학식1과 같다.

[0033]

오차를 보정하는 단계(S3)는 변환 함수를 적용하여 산출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도와 콜로케이션 과정에서 추출한 정지 궤도 위성의 휘도 온도를 평균 편포와 표준 오차의 통계적 검사를 통해 검정한다. 이때, 평균 편포와 표준 오차는 전술된 본 발명에 따른 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 시스템에서 설명된 수학식2 및 수학식3과 같다.

[0034]

상술한 바와 같이, 본 발명은 정지 궤도 위성 및 극궤도 위성에 대한 단계별 최적의 필터링을 거쳐 산출된 정지 궤도 위성의 매치업 휘도 온도와, 복사 전달 모델로부터 모의한 정지 궤도 위성 및 극궤도 위성 사이의 변환 함수로부터 추정된 정지 궤도 위성의 휘도 온도와 통계적 분석으로 휘도 온도를 검정할 수 있는 복사 전달 모델을 이용한 휘도 온도 검정 방법을 제공할 수 있다.

[0035]

이상에서는 도면 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0036]

100: 복사 전달 모델

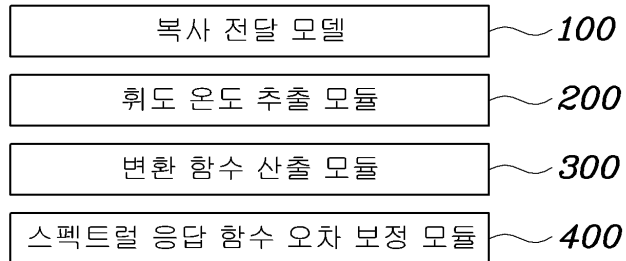
200: 휘도 온도 추출 모듈

300: 변환 함수 산출 모듈

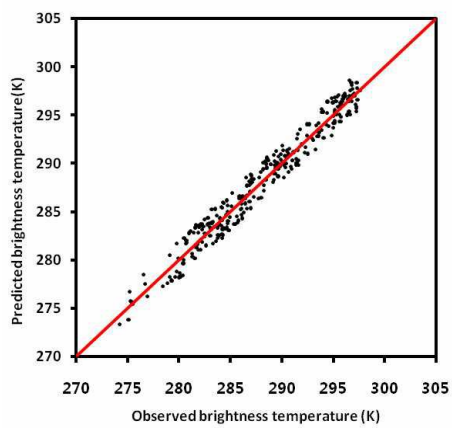
400: 스펙트럴 응답 함수 오차 보정 모듈

도면

도면1



도면2



도면3

