(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월07일
(11) 등록번호 10-1886312
(24) 등록일자 2018년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/586 (2017.01) *G06T 7/11* (2017.01)
G06T 7/90 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/586 (2017.01)
G06T 7/11 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2018-0008599
(22) 출원일자 2018년01월24일
심사청구일자 2018년01월24일
(56) 선행기술조사문헌
Jiyoung Jung et al., "One-day outdoor photometric stereo via skylight estimation", CVPR2015, 7-12 June, 2015..*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
정지영
경기도 수원시 영통구 센트럴타운로76, 6119동 1202호
(74) 대리인
김홍석

전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 박상철

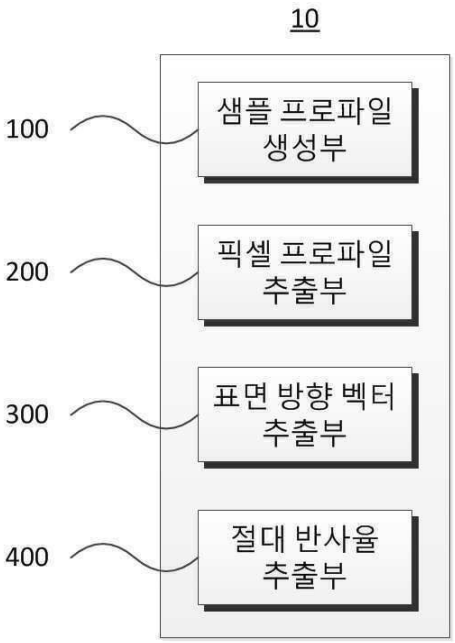
(54) 발명의 명칭 **픽셀 프로파일 비교를 통한 영상 정보 추출장치 및 방법**

(57) 요 약

영상 정보 추출장치가 개시된다. 상기 영상 정보 추출장치는 고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에서 촬영된 적어도 하나 이상의 입력 영상으로부터 상기 입력 영상 속의 각 픽셀에 대한 3차원 정보를 추출하는 것으로서, 임의의 구로부터 샘플링된 n개의 방향벡터(n_x)에 대하여 아래의 수학식 1에 의해 정의되는 n개의 샘플 프로파일

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도3



(sample profile)을 생성하는 샘플 프로파일 생성부, 상기 각 픽셀에 대하여 상기 적어도 하나 이상의 입력 영상별로 측정된 상기 픽셀의 R,G,B값들로부터 피팅된 알베도 라인(albedo line)에 상기 픽셀의 R,G,B값들을 투영(projection)하여 얻어지는 값인 픽셀 프로파일(pixel profile)을 추출하는 픽셀 프로파일 추출부, 및 상기 추출된 픽셀 프로파일과 상기 n개의 샘플 프로파일 각각에 대한 상관계수(correlation coefficient)를 비교하여 상기 상관계수가 가장 큰 샘플 프로파일의 방향 벡터(n_x)를 상기 픽셀의 표면 방향 벡터로 추출하는 표면 방향 벡터 추출부를 포함한다.

[수학식 1]

$$SP(x,t) = (E(n_x, L_{sky}(t)) + S(x,t)E(n_x, L_{sun}(t)))$$

여기서, $E(n_x, L_{sky}(t))$은 n_x방향의 하늘빛($L_{sky}(t)$)의 입사광 세기, $S(x,t)$는 그림자 함수, $E(n_x, L_{sun}(t))$은 n_x방향의 태양광($L_{sun}(t)$)의 입사광 세기.

(52) CPC특허분류

G06T 7/90 (2017.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2017R1C1B5075945
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	생애 첫 연구사업
연구과제명	야외 조명 모델링을 통한 영상 기반의 야외 환경의 3차원 복원
기 여 율	1/1
주관기관	경희대학교 산학협력단
연구기간	2017.09.01 ~ 2020.08.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에서 촬영된 적어도 하나 이상의 입력 영상으로부터 상기 입력 영상 속의 각 픽셀에 대한 3차원 정보를 추출하는 영상 정보 추출장치에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 입력 영상에 포함된 피사체들의 방향 정보를 입력받는 피사체 정보 입력부;

표면이 n개로 나누어진 임의의 구로부터 상기 n개의 각 표면에 대하여 샘플링된 n개의 방향 벡터(n_x) 중에서 상기 피사체 정보 입력부를 통해 입력받은 상기 방향 정보를 토대로 m개의 피사체 방향 벡터(m_x)를 추출하는 피사체 방향 벡터 추출부;

상기 피사체 방향 벡터 추출부를 통해 추출된 상기 m개의 피사체 방향 벡터(m_x)에 대하여 아래의 수학식 1에 의해 정의되는 m개의 샘플 프로파일(sample profile)을 생성하는 샘플 프로파일 생성부;

상기 각 픽셀에 대하여 상기 적어도 하나 이상의 입력 영상별로 측정된 상기 픽셀의 R,G,B값들로부터 픽셀 프로파일(pixel profile)을 추출하는 픽셀 프로파일 추출부; 및

상기 추출된 픽셀 프로파일과 상기 m개의 샘플 프로파일 각각에 대한 상관계수(correlation coefficient)를 비교하여 상기 상관계수가 가장 큰 샘플 프로파일의 피사체 방향 벡터(m_x)를 상기 픽셀의 표면 방향 벡터로 추출하는 표면 방향 벡터 추출부를 포함하는 영상 정보 추출장치.

[수학식 1]

$$SP(x,t) = (E(m_x, L_{sky}(t)) + S(x,t)E(m_x, L_{sun}(t)))$$

여기서, $E(m_x, L_{sky}(t))$ 은 m_x 방향의 하늘빛($L_{sky}(t)$)의 입사광 세기, $S(x,t)$ 는 그림자 함수, $E(m_x, L_{sun}(t))$ 은 m_x 방향의 태양광($L_{sun}(t)$)의 입사광 세기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 그림자 함수($S(x,t)$)는 상기 각 픽셀이 그림자에 해당하면 0값을 가지고, 그림자에 해당하지 않으면 1값을 가지고,

상기 상관계수는 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)인 영상 정보 추출장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 추출된 표면 방향 벡터를 이용하여 상기 각 픽셀의 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 절대 반사율 추출부를 더 포함하고,

상기 절대 반사율 추출부는

상기 알베도 라인의 단위 벡터값인 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)을 추출하는 상대 반사율 추출부를 포함하고,

상기 추출된 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)에 상기 추출된 표면 방향 벡터에 대한 상기 픽셀 프로파일과 상기 샘플 프로파일의 비로 정의되는 반사율 계수($\rho_s(x)$)를 곱하여 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 영상 정보 추출장치.

청구항 10

고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에서 촬영된 적어도 하나 이상의 입력 영상으로부터 상기 입력 영상 속의 각 픽셀에 대한 3차원 정보를 추출하는 영상 정보 추출방법에 있어서,

(a) 표면이 n개로 나누어진 임의의 구로부터 상기 n개의 각 표면에 대하여 샘플링된 n개의 방향벡터(n_x) 중에서 추출된 m개의 피사체 방향벡터(m_x)에 대하여 아래의 수학식 1에 의해 정의되는 m개의 샘플 프로파일(sample profile)을 생성하는 단계;

(b) 상기 각 픽셀에 대하여 상기 적어도 하나 이상의 입력 영상별로 측정된 상기 각 픽셀의 R,G,B값들로부터 피팅된 알베도 라인(albedo line)에 상기 픽셀의 R,G,B값들을 투영(projection)하여 얻어지는 값인 픽셀 프로파일(pixel profile)을 추출하는 단계; 및

(c) 상기 추출된 픽셀 프로파일과 상기 m개의 샘플 프로파일 각각에 대한 상관계수(correlation coefficient)를 비교하여 상기 상관계수가 가장 큰 샘플 프로파일의 피사체 방향 벡터(m_x)를 상기 픽셀의 표면 방향 벡터로 추출하는 단계를 포함하고,

상기 (a) 단계는

상기 적어도 하나 이상의 입력 영상에 포함된 피사체들의 방향 정보를 입력받는 단계; 및

상기 입력받은 방향 정보를 토대로 상기 샘플링된 n개의 방향 벡터(n_x) 중에서 상기 m개의 피사체 방향 벡터(m_x)를 추출하는 단계를 더 포함하는 영상 정보 추출방법.

[수학식 1]

$$SP(x,t) = (E(m_x, L_{sky}(t)) + S(x,t)E(m_x, L_{sun}(t)))$$

여기서, $E(m_x, L_{sky}(t))$은 m_x방향의 하늘빛($L_{sky}(t)$)의 입사광 세기, $S(x,t)$는 그림자 함수, $E(m_x, L_{sun}(t))$은 m_x방향의 태양광($L_{sun}(t)$)의 입사광 세기.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 그림자 함수($S(x,t)$)는 상기 각 픽셀이 그림자에 해당하면 0값을 가지고, 그림자에 해당하지 않으면 1값을 가지고,

상기 상관계수는 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)인 영상 정보 추출방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

(d) 상기 추출된 표면 방향 벡터를 이용하여 상기 각 픽셀의 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 단계를 더 포함하고,

상기 (d) 단계는

(d-1) 상기 알베도 라인의 단위 벡터값인 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)을 추출하는 단계; 및

(d-2) 상기 추출된 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)에 상기 추출된 표면 방향 벡터에 대한 상기 픽셀 프로파일과 상기 샘플 프로파일의 비로 정의되는 반사율 계수($\rho_s(x)$)를 곱하여 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 단계를 포함하는 영상 정보 추출방법.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 영상정보 추출장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 픽셀 프로파일과 샘플 프로파일 비교를 통하여 픽셀의 표면 벡터 및 반사율을 추출하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광도 스테레오(photometric stereo)란 고정된 풍경 또는 물체를 고정된 카메라에서 촬영하되, 조명 조건이 다른 여러 장의 영상을 촬영하여 조명에 따라 같은 위치의 픽셀값이 달라지는 것을 이용하여 해당 위치의 3차원 상의 표면의 방향을 추정하는 컴퓨터 비전 기술이다.

[0003] 한편, 야외 광도 스테레오는 고정된 풍경을 고정된 카메라에서 일정 시간 단위마다 한 장씩 촬영한 여러 장의 영상을 이용하여 각 픽셀의 밝기값이 여러 장의 영상에서 태양의 움직임에 따라 어떻게 변하였는지를 살펴 해당 픽셀의 고유 색깔과 표면 방향을 추정한다.

[0004] 실내에서 비교적 작은 물체의 복원을 위해 수행하는 광도 스테레오와 달리, 야외 광도 스테레오의 경우 비교적

복원하고자 하는 물체 혹은 풍경의 규모가 크다. 따라서 그림자의 영향이 크게 작용하는데, 전통적인 광도 스테레오는 물체의 표면 방향과 반사율에 따라서 입사한 빛을 어떻게 반사시키는지만을 고려하기 때문에 그림자의 영향을 고려하지 않으나, 야외 광도 스테레오의 경우 그림자의 영향을 고려하지 않으면 해당 부분이 그림자 때문에 어두운지, 혹은 물체의 표면 방향이 입사광을 잘 받지 못하여 어두운지 알 수 없기 때문에 해당 픽셀의 표면의 방향을 추정하는데 있어서 정확도가 떨어진다.

[0005] 이러한 문제점을 해결하기 위해 비특허문헌 1의 경우 저계수 행렬(low-rank matrix) 접근법을 활용하나 이는 복원하고자 하는 물체의 크기가 비교적 작아서 그림자의 영향을 받는 픽셀이 적을 때에 한하여 좋은 결과를 얻을 수 있다.

[0006] 한편, 비특허문헌 2의 경우 조명 환경을 점 조명이 아닌 복잡한 분포를 가진 자연조명으로 모델링 할 때, 이를 가우시안 분포를 가진 태양빛과 이차함수 분포를 가진 하늘빛으로 분리하여 그림자에 가려진 픽셀은 하늘빛으로만 입사광(E)를 계산하고, 그렇지 않은 픽셀은 태양빛과 하늘빛의 합으로 입사광(E)을 계산한다.

[0007] 다만, 위와 같은 경우 그림자 픽셀을 명백하게(explicit) 모델링하면 더 이상 행렬 분해(matrix decompositio n)의 방법으로 표면 방향 값을 추출하기 어렵다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) "Outdoor Photometric Stereo", IEEE International Conference on Computational Photography(ICCP)

(비특허문헌 0002) "Outdoor Photometric Stereo for 3D Scene Recovery", Ph.D. Thesis

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 실외에 설치된 정지된 카메라를 이용하여 정지된 풍경이나 물체에 대한 영상을 시간대 별로 여러 장 촬영하여 이로부터 영상 속의 실외 환경과 물체에 대한 3차원 정보를 얻을 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 또한, 영상 속의 피사체의 사전 정보에 따라 사용자가 복원하고자 하는 영상 속의 피사체의 복원 정밀도와 복원 오차 간에 균형을 맞추어 영상 정보를 추출할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시 예에 따른 고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에서 촬영된 적어도 하나 이상의 입력 영상으로부터 상기 입력 영상 속의 각 픽셀에 대한 3차원 정보를 추출하는 영상 정보 추출장치에 있어서, 임의의 구로부터 샘플링된 n개의 방향벡터(n_x)에 대하여 아래의 수학식 1에 의해 정의되는 n개의 샘플 프로파일(sample profile)을 생성하는 샘플 프로파일 생성부, 상기 각 픽셀에 대하여 상기 적어도 하나 이상의 입력 영상별로 측정된 상기 픽셀의 R,G,B값들로부터 피팅된 알베도 라인(albedo line)에 상기 픽셀의 R,G,B값들을 투영(projection)하여 얻어지는 값인 픽셀 프로파일(pixel profile)을 추출하는 픽셀 프로파일 추출부, 및 상기 추출된 픽셀 프로파일과 상기 n개의 샘플 프로파일 각각에 대한 상관계수(correlation coefficient)를 비교하여 상기 상관계수가 가장 큰 샘플 프로파일의 방향 벡터(n_x)를 상기 픽셀의 표면 방향 벡터로 추출하는 표면 방향 벡터 추출부를 포함할 수 있다.

[0012] [수학식 1]

[0013] $$SP(x,t) = (E(n_x, L_{sky}(t)) + S(x,t)E(n_x, L_{sun}(t)))$$

[0014] 여기서, $E(n_x, L_{sky}(t))$ 은 n_x 방향의 하늘빛($L_{sky}(t)$)의 입사광 세기, $S(x,t)$ 는 그림자 함수, $E(n_x, L_{sun}(t))$

은 n_x 방향의 태양광($L_{sun}(t)$)의 입사광 세기.

[0015] 여기에, 상기 알베도 라인은 최소 자승 피팅(least square fitting) 기법을 이용하여 얻어질 수 있다.

[0016] 여기에, 상기 상관계수는 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)일 수 있다.

[0017] 여기에, 상기 그림자 함수($S(x,t)$)는 상기 각 픽셀이 그림자에 해당하면 0값을 가지고, 그림자에 해당하지 않으면 1값을 가질 수 있다.

[0018] 여기에, 상기 추출된 표면 방향 벡터를 이용하여 상기 각 픽셀의 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 절대 반사율 추출부를 더 포함할 수 있다.

[0019] 여기에, 상기 절대 반사율 추출부는 상기 알베도 라인의 단위 벡터값인 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)을 추출하는 상대 반사율 추출부를 포함하고, 상기 추출된 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)에 상기 추출된 표면 방향 벡터에 대한 상기 픽셀 프로파일과 상기 샘플 프로파일의 비로 정의되는 반사율 계수($\rho_s(x)$)를 곱하여 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시 예에 따른 고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에서 촬영된 적어도 하나 이상의 입력 영상으로부터 상기 입력 영상 속의 각 픽셀에 대한 3차원 정보를 추출하는 영상 정보 추출장치에 있어서, 상기 적어도 하나 이상의 입력 영상에 포함된 피사체들의 방향 정보를 입력받는 피사체 정보 입력부, 임의의 구로부터 샘플링된 n개의 방향 벡터(n_x) 중에서 상기 방향 정보를 토대로 m개의 피사체 방향 벡터(m_x)를 추출하는 피사체 방향 벡터 추출부, 상기 m개의 피사체 방향 벡터(m_x)에 대하여 아래의 수학식 1에 의해 정의되는 m개의 샘플 프로파일(sample profile)을 생성하는 샘플 프로파일 생성부, 상기 각 픽셀에 대하여 상기 적어도 하나 이상의 입력 영상별로 측정된 상기 픽셀의 R,G,B값들로부터 픽셀 프로파일(pixel profile)을 추출하는 픽셀 프로파일 추출부, 및 상기 추출된 픽셀 프로파일과 상기 m개의 샘플 프로파일 각각에 대한 상관계수(correlation coefficient)를 비교하여 상기 상관계수가 가장 큰 샘플 프로파일의 피사체 방향 벡터(m_x)를 상기 픽셀의 표면 방향 벡터로 추출하는 표면 방향 벡터 추출부를 포함할 수 있다.

[0021] [수학식 1]

[0022] $$SP(x,t) = (E(m_x, L_{sky}(t)) + S(x,t)E(m_x, L_{sun}(t)))$$

[0023] 여기서, $E(m_x, L_{sky}(t))$은 m_x방향의 하늘빛($L_{sky}(t)$)의 입사광 세기, $S(x,t)$는 그림자 함수, $E(m_x, L_{sun}(t))$ 은 m_x방향의 태양광($L_{sun}(t)$)의 입사광 세기.

[0024] 여기에, 상기 그림자 함수($S(x,t)$)는 상기 각 픽셀이 그림자에 해당하면 0값을 가지고, 그림자에 해당하지 않으면 1값을 가지고, 상기 상관계수는 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)일 수 있다.

[0025] 여기에, 상기 추출된 표면 방향 벡터를 이용하여 상기 각 픽셀의 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 절대 반사율 추출부를 더 포함하고, 상기 절대 반사율 추출부는 상기 알베도 라인의 단위 벡터값인 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)을 추출하는 상대 반사율 추출부를 포함하고, 상기 추출된 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)에 상기 추출된 표면 방향 벡터에 대한 상기 픽셀 프로파일과 상기 샘플 프로파일의 비로 정의되는 반사율 계수($\rho_s(x)$)를 곱하여 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시 예에 따른 고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에서 촬영된 적어도 하나 이상의 입력 영상으로부터 상기 입력 영상 속의 각 픽셀에 대한 3차원 정보를 추출하는 영상 정보 추출방법에 있어서, (a) 임의의 구로부터 샘플링된 n개의 방향벡터(n_x)에 대하여 아래의 수학식 1에 의해 정의되는 n개의 샘플 프로파일(sample profile)을 생성하는 단계, (b) 상기 각 픽셀에 대하여 상기 적어도 하나 이상의 입력 영상별로 측정된 상기 각 픽셀의 R,G,B값들로부터 피팅된 알베도 라인(albedo line)에 상기 픽셀의 R,G,B값들을 투영

(projection)하여 얻어지는 값인 픽셀 프로파일(pixel profile)을 추출하는 단계, 및 (c) 상기 추출된 픽셀 프로파일과 상기 n개의 샘플 프로파일 각각에 대한 상관계수(correlation coefficient)를 비교하여 상기 상관계수가 가장 큰 샘플 프로파일의 방향 벡터(n_x)를 상기 픽셀의 표면 방향 벡터로 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0027] [수학식 1]

[0028] $$SP(x,t) = (E(n_x, L_{sky}(t)) + S(x,t)E(n_x, L_{sun}(t)))$$

[0029] 여기서, $E(n_x, L_{sky}(t))$은 n_x방향의 하늘빛($L_{sky}(t)$)의 입사광 세기, $S(x,t)$는 그림자 함수, $E(n_x, L_{sun}(t))$은 n_x방향의 태양광($L_{sun}(t)$)의 입사광 세기.

[0030] 여기에, 상기 그림자 함수($S(x,t)$)는 상기 각 픽셀이 그림자에 해당하면 0값을 가지고, 그림자에 해당하지 않으면 1값을 가지고, 상기 상관계수는 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)일 수 있다.

[0031] 여기에, (d) 상기 추출된 표면 방향 벡터를 이용하여 상기 각 픽셀의 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 단계를 더 포함하고, 상기 (d) 단계는 (d-1) 상기 알베도 라인의 단위 벡터값인 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)을 추출하는 단계, 및 (d-2) 상기 추출된 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)에 상기 추출된 표면 방향 벡터에 대한 상기 픽셀 프로파일과 상기 샘플 프로파일의 비로 정의되는 반사율 계수($\rho_s(x)$)를 곱하여 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0032] 여기에, 상기 영상 정보 추출방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 실외에 설치된 정지된 카메라에서 촬영된 여러 장의 영상으로부터 영상 속의 실외 환경과 물체에 대한 3차원 정보를 얻을 수 있다.

[0034] 또한, 기존의 LiDAR 센서를 활용한 3차원 지도 작성 방법의 경우 조밀한 스캔을 위해 곳곳을 직접 다녀야 하는 것과 달리, 본 발명의 경우 추가 장비 없이 기 설치된 카메라를 활용하여 3차원 정보를 획득하는데 있어서 경제성과 효율성을 높일 수 있다.

[0035] 또한, 복원 정밀도와 복원 오차 간에 균형을 맞추어 영상 정보를 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 영상 정보를 추출하는 입력 영상의 일 예를 도시한 것이다.

도 2a는 자연 조명으로 모델링된 하늘빛 모델을 도시한 것이다.

도 2b는 하늘빛 모델과 관련된 변수들을 포함하는 하늘 반구의 일 예를 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 영상 정보 추출장치의 블록도이다.

도 4는 샘플 프로파일 생성을 위하여 샘플링된 방향 벡터를 도시한 것이다.

도 5a는 특정 픽셀이 그림자에 해당할 때의 입력 영상을 도시한 것이다.

도 5b는 특정 픽셀이 그림자에 해당하지 않을 때의 입력 영상을 도시한 것이다.

도 6은 픽셀값으로부터 픽셀 프로파일을 추출하는 과정을 도시한 것이다.

도 7은 픽셀 프로파일과 샘플 프로파일을 함께 도시한 것이다.

도 8은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 영상 정보 추출장치의 블록도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 영상 정보 추출방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0038] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0039] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0040] 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 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0041] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0042] 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 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0043] 본 발명의 영상 정보 추출장치(10)는 고정된 촬영 장치의 고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에서 촬영된 적어도 하나 이상의 입력 영상으로부터 상기 입력 영상 속의 각 픽셀에 대한 3차원 정보를 추출하는 것이다.

[0044] 이때, 입력 영상을 촬영하는 촬영 장치는 어느 한 부분에 고정되어 고정된 시점의 영상을 촬영하는 장치로서 일반 카메라, DSLR 카메라, 스마트폰 등의 이동통신 단말기에 장착된 카메라 등 이미지를 촬상하는 다양한 기기일 수 있다.

[0045] 영상 정보를 추출하는 입력 영상의 일 예를 도시한 도 1을 참조하면, 영상 정보가 추출되는 입력 영상은 상기 촬영 장치로부터 고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에 촬영된 입력 영상으로서 시간별로 변하는 자연 조명의 조건에 따라 영상 내의 물체나 실외 환경을 이루는 각 픽셀의 밝기값이 다른 것을 확인할 수 있다.

[0046] 자연 조명의 조건은 하늘빛 모델(Skylight Model)을 이용할 수 있다. 하늘빛은 천구의 위치별 밝기가 태양의 일사 조건에 따른 함수로 규정되는 균일하지 않게 확장된 광원이다. 하늘빛 모델은 천구의 임의의 위치의 밝기를 해당 위치의 고도 및 천구 상에서 해당 위치와 태양이 이루는 각도의 함수로 나타내는 것으로서, 가우시안 분포로 가정되는 태양빛과 이차형식의 분포로 가정되는 나머지 하늘빛으로 전체 천구의 빛 분포를 추정한다.

[0047] 도 2a는 자연 조명으로 모델링된 하늘빛 모델을 도시한 것이다.

[0048] 도 2a를 참조하면, 전체 하늘빛 모델은 가우시안 분포로 가정되는 태양빛(L_{sun})과 이차형식의 분포로 가정되는 나머지 하늘빛(L_{sky})과의 결합으로 표현됨을 알 수 있다. 이때, 태양빛(L_{sun})은 하늘빛 모델과 관련된 변수들을 포함하는 하늘 반구의 일 예를 도시한 도 2b에 표시된 천구 상의 임의의 위치와 태양이 이루는 각도(γ)를 매개

변수로 하여 표현되며, 나머지 하늘빛(L_{sky})은 천구 상의 임의의 위치의 방향벡터를 매개변수로 하여 표현될 수 있다. 이와 같이 야외 광도 스테레오에서 조명 조건을 점 조명이 아닌 자연 조명으로 할 경우 점 조명 보다 제공하는 조건이 더 풍부하여 보다 적은 수의 영상으로 더 나은 복원 결과를 나타낼 수 있다.

[0049] 이하에서는, 상기 하늘빛 모델을 자연 조명으로 하여 촬영된 영상으로부터 각 픽셀의 영상 정보를 추출하는 영상 정보 추출장치(10)에 대하여 서술하기로 한다.

[0051] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 영상 정보 추출장치의 블록도이다.

[0052] 도 3을 참조하면, 영상 정보 추출장치(10)는 샘플 프로파일 생성부(100), 픽셀 프로파일 추출부(200), 표면 방향 벡터 추출부(300) 및 절대 반사율 추출부(400)를 포함한다.

[0053] 샘플 프로파일 생성부(100)는 임의의 구로부터 샘플링된 n개의 방향벡터(n_x)에 대하여 샘플 프로파일을 생성한다.(여기서, n은 자연수이다.)

[0054] 샘플 프로파일 생성을 위하여 샘플링된 방향 벡터를 도시한 도 4를 참조하면, 우선 샘플 프로파일 생성부(100)는 샘플 프로파일 생성을 위해 임의의 구의 표면을 n개로 나누고, 각 표면에 대한 n개의 방향벡터(n_x)를 샘플링한다.

[0055] 다음으로, 샘플링된 n개의 방향벡터(n_x)를 이용하여 아래의 수학식 1에 의해 정의되는 n개의 샘플 프로파일을 생성한다.

수학식 1

[0056] $$SP(x,t) = (E(n_x, L_{sky}(t)) + S(x,t)E(n_x, L_{sun}(t)))$$

[0057] 여기서, $E(n_x, L_{sky}(t))$ 은 n_x 방향의 하늘빛($L_{sky}(t)$)의 입사광 세기, $S(x,t)$ 는 그림자 함수, $E(n_x, L_{sun}(t))$ 은 n_x 방향의 태양광($L_{sun}(t)$)의 입사광 세기이다. 이때, 하늘빛($L_{sky}(t)$)과 태양빛($L_{sun}(t)$)은 입력 영상이 촬영된 시간(t)에서의 하늘빛과 태양빛을 의미한다.

[0058] 수학식 1의 그림자 함수($S(x,t)$)는 입력 영상 속의 각 픽셀이 그림자에 해당하면 0값을 가지고, 그림자에 해당하지 않으면 1값을 가진다. 각 픽셀이 그림자에 해당하는지 여부는 그림자 추정 알고리즘을 이용할 수 있다. 그림자 추정 알고리즘은 Episolar 제약조건을 이용한 방법, 그림자 픽셀의 특징을 학습하여 판단하는 방법이나 색상왜곡 및 밝기왜곡 범위를 추정하여 그림자를 탐지하는 방법 등 다양한 방법이 공지되어있는바, 이에 대한 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0060] 도 5a는 특정 픽셀이 그림자에 해당할 때의 입력 영상을 도시한 것이고, 도 5b는 특정 픽셀이 그림자에 해당하지 않을 때의 입력 영상을 도시한 것이다.

[0061] 도 5a 및 5b를 참조하면, 입력 영상 속 특정 건물의 동일한 픽셀에 대하여 임의의 시점인 t=3에서는 그림자 픽셀에 해당하므로 $S(x,t)$ 는 0값을 가지며, t=10에서는 그림자 픽셀에 해당하지 않으므로 $S(x,t)$는 1값을 가진다.

[0062] 픽셀 프로파일 추출부(200)는 입력 영상 속의 각 픽셀의 픽셀값들로부터 픽셀 프로파일을 추출한다. 고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에서 촬영된 적어도 하나 이상의 입력 영상의 각 픽셀은 픽셀값(R,G,B값)을 가지는데, 입력 영상의 개수가 m개이면 픽셀값은 (3 x m) 행렬로 나타내어질 수 있다.

[0063] 이러한 픽셀값으로부터 픽셀 프로파일을 추출하는 과정을 도시한 도 6을 참조하면, 픽셀 프로파일 추출부(200)는 우선 특정 픽셀에 대하여 촬영된 모든 입력 영상 각각에 대한 픽셀값을 R,G,B공간 상에 나타내고 이들을 피팅하여 알베도 라인을 추출한다. 픽셀값들로부터 알베도 라인을 피팅하는 것은 최소 자승 피팅 기법을 이용할 수 있으나, 그에 한정되지 않고 다양한 라인 피팅 기법을 이용할 수 있다. 한편, 도 6에 도시되어 있는 상대 반사율(relative albedo)을 추출하는 과정은 후술하기로 한다.

[0064] 다음으로, 피팅된 알베도 라인에 픽셀의 R,G,B값들을 투영하여 얻어지는 값을 픽셀 프로파일로서 추출한다. 추출된 픽셀 프로파일은 픽셀의 채널(R,G,B)에 관계없이 공통되는 값을 가진다.

[0065] 이때, 추출된 픽셀 프로파일은 아래의 수학식 2에 의해 정의된다.

수학식 2

[0066] $$PP(x,t) = \rho_s(x)\ SP(x,t)$$

[0067] 여기서, $\rho_s(x)$는 반사율 계수, $SP(x,t)$는 샘플 프로파일이다.

[0068] 한편, 반사율 계수($\rho_s(x)$)에 대하여는 절대 반사율 추출부(400)에서 상세히 설명하기로 한다.

[0069] 표면 방향 벡터 추출부(300)는 픽셀 프로파일 추출부(200)를 통하여 추출된 픽셀 프로파일과 샘플 프로파일 생성부(100)를 통하여 생성된 n개의 샘플 프로파일의 상관계수를 비교하여 표면 방향 벡터를 추출한다.

[0070] 보다 구체적으로, 표면 방향 벡터 추출부(300)는 픽셀 프로파일과 n개의 샘플 프로파일 각각에 대한 상관계수를 비교하여 상관계수가 가장 큰 샘플 프로파일의 방향 벡터(n_x)를 픽셀의 표면 방향 벡터로 추출한다. 상관계수의 경우 샘플 프로파일과 픽셀 프로파일은 위에서 언급한 수학식 2와 같이 수식상 반사율 계수($\rho_s(x)$)의 곱만큼 차이가 나므로, 스케일링(scaling)에 영향을 받지 않는 피어슨 상관계수를 이용하는 것이 바람직하나 이에 한정되는 것은 아니며 그 외 여러 가지 상관분석 기법을 이용하여 샘플 프로파일과 픽셀 프로파일을 비교할 수 있다.

[0071] 한편, 피어슨 상관계수를 이용할 경우 특정 픽셀에 대한 픽셀 프로파일과 샘플 프로파일 간에 상관계수는 아래의 수학식 3에 의해 정의된다.

수학식 3

[0072] $$corr(X, Y) = \frac{E[(X-\mu_x)(Y-\mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y}$$

[0073] 여기서, X, Y는 샘플 프로파일과 픽셀 프로파일 값이며, 분자는 X, Y의 공분산, 분모는 X, Y의 표준편차의 곱을 의미한다. 피어슨 상관계수를 이용한 상관도 분석 기법은 주지 관용의 기술이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0074] 픽셀 프로파일과 샘플 프로파일을 함께 도시한 도 7을 참조하면, 피어슨 상관계수 비교를 통하여 가장 큰 상관계수를 가지는 샘플 프로파일을 추출하였다. 이러한 상관계수 비교를 통하여 추출된 샘플 프로파일의 방향 벡터(n_x)를 표면 방향 벡터로서 추출한다.

[0075] 절대 반사율 추출부(400)는 표면 방향 벡터 추출부(300)에서 추출된 표면 방향 벡터를 이용하여 각 픽셀의 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출한다.

[0076] 절대 반사율($\rho(x)$)이란 각 픽셀의 고유 색깔을 의미하는 것으로서, 램버시안 반사(Lambertian Reflectance)를 가정할 때 관찰자가 바라보는 각도와 관계없이 일정하며, 표면 재질에 따라 다른 값을 가진다. 이러한 절대 반사율($\rho(x)$)은 반사율 계수($\rho_s(x)$)와 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)의 곱으로 얻어진다.

[0077] 우선, 반사율 계수($\rho_s(x)$)의 경우 위에서 언급한 수학식 2에서 보는 바와 같이 샘플 프로파일과 곱해져서 픽셀 프로파일을 나타낸다. 따라서, 표면 방향 벡터 추출부(300)를 통하여 추출된 표면 방향 벡터에 대한 픽셀 프로파일과 샘플 프로파일값은 각각 픽셀 프로파일 추출부(200)와 샘플 프로파일 생성부(100)를 통하여 얻었으므로,

이를 이용하여 반사율 계수($\rho_s(x)$)를 얻을 수 있다.

[0078] 다음으로, 절대 반사율 추출부(400)는 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)을 추출하는 상대 반사율 추출부를 포함할 수 있다. 상대 반사율 추출부는 픽셀의 픽셀값들로부터 피팅된 알베도 라인의 단위 벡터값을 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)로서 추출한다.

[0079] 마지막으로, 절대 반사율 추출부(400)는 위와 같이 얻어진 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)에 반사율 계수($\rho_s(x)$)를 곱하여 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출한다. 따라서, 본 발명은 고정된 시점에 대한 여러 장의 입력 영상으로부터 실외 환경이나 물체의 3차원 정보(표면 방향벡터 및 절대 반사율($\rho(x)$))을 추출하여 3차원 지도 작성, 시각적 감시를 위한 배경 모델링이나 영상 재조명을 비롯한 영상 편집 등에 활용하도록 할 수 있다.

[0081] 도 8은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 영상 정보 추출장치의 블록도이다.

[0082] 도 8을 참조하면, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 영상 정보 추출장치(20)는 샘플 프로파일 생성부(100), 픽셀 프로파일 추출부(200), 표면 방향 벡터 추출부(300) 및 절대 반사율 추출부(400), 피사체 정보 입력부(500) 및 피사체 방향 벡터 추출부(600)를 포함한다. 이하에서는 앞서 기재한 부분과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0083] 피사체 정보 입력부(500)는 고정된 시점에 대하여 각각 다른 시간에서 촬영된 적어도 하나 이상의 입력 영상에 포함된 각 피사체에 대한 방향 정보를 입력받는다. 입력받은 각 피사체에 대한 방향 정보는 표면 방향 벡터를 추출하는데 있어서 오차를 감소시키고, 보다 빠르게 추출할 수 있도록 한다.

[0084] 예를 들어, 촬영하는 카메라를 향하지 않는 건물 뒷면의 표면의 경우 카메라에 촬영되지 않기 때문에 건물 뒷면에 해당하는 방향 벡터들은 표면 방향 벡터를 추출하는데 있어서 필요없는 정보에 해당하므로, 이를 제외한 방향 벡터(m_x)만을 샘플링할 수 있다.

[0085] 피사체 방향 벡터 추출부(600)는 임의의 구로부터 샘플링된 n개의 방향 벡터(n_x) 중에서 피사체 정보 입력부(500)로부터 입력된 방향 정보를 토대로 m개의 피사체 방향 벡터(m_x)를 추출한다.(여기서, m은 자연수이다.) 즉, 샘플 프로파일을 생성하는데 있어서 임의의 구의 모든 표면 방향에 대하여 샘플링된 n개의 방향 벡터(n_x)보다 작거나 같은 개수의 m개의 피사체 방향 벡터(m_x)를 추출하고 이를 이용하여 샘플 프로파일을 생성함으로써, 모호성(ambiguity)을 줄이고 오차를 감소시킬 수 있다.

[0087] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 영상 정보 추출방법의 순서도이다.

[0088] S100 단계는 임의의 구로부터 샘플링된 n개의 방향벡터(n_x)에 대하여 위에서 언급한 수학식 1에 의해 정의되는 n개의 샘플 프로파일을 생성한다.

[0089] S200 단계는 각 픽셀에 대하여 적어도 하나 이상의 입력 영상별로 측정된 각 픽셀의 R,G,B값들로부터 피팅된 알베도 라인(albedo line)에 픽셀의 R,G,B값들을 투영(projection)하여 얻어지는 값인 픽셀 프로파일을 추출한다.

[0090] S300 단계는 S200 단계에서 추출된 픽셀 프로파일과 S100 단계에서 생성된 n개의 샘플 프로파일 각각에 대한 상관계수를 비교하여 상관계수가 가장 큰 샘플 프로파일의 방향 벡터(n_x)를 각 픽셀의 표면 방향 벡터로 추출한다.

[0091] 여기에, S300 단계에서 추출된 표면 방향 벡터를 이용하여 각 픽셀의 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 S400 단계를 더 포함할 수 있다.

[0092] 여기에, S400 단계는 픽셀값으로부터 피팅된 알베도 라인의 단위 벡터값인 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)을 추출하는 S410 단계와 S410 단계에서 추출된 상대 반사율($\hat{\rho}(x)$)에 S300 단계에서 추출된 표면 방향 벡터에 대한 픽셀 프로파일과 샘플 프로파일의 비로 정의되는 반사율 계수($\rho_s(x)$)를 곱하여 절대 반사율($\rho(x)$)을 추출하는 S420 단계

를 더 포함할 수 있다.

[0093] 한편, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 영상 정보 추출방법은 샘플 프로파일을 생성하는 S100 단계에 앞서 적어도 하나 이상의 입력 영상에 포함된 피사체들의 방향 정보를 입력받는 단계와 임의의 구로부터 샘플링된 n개의 방향 벡터(n_x) 중에서 상기 방향 정보를 토대로 m개의 피사체 방향 벡터(m_x)를 추출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0094] 상기 피사체 방향 정보를 입력받는 단계와 피사체 방향 벡터(m_x)를 추출하는 단계를 더 포함하는 경우, S100 단계 내지 S420 단계는 n개의 방향 벡터(n_x) 대신 m개의 피사체 방향 벡터(m_x)를 이용하여 수행될 수 있다.

[0095] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0096] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

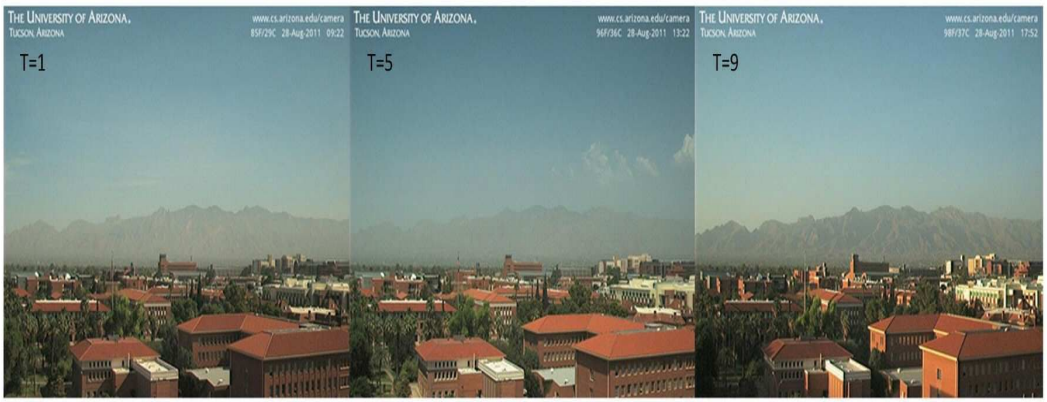
[0097] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0098] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

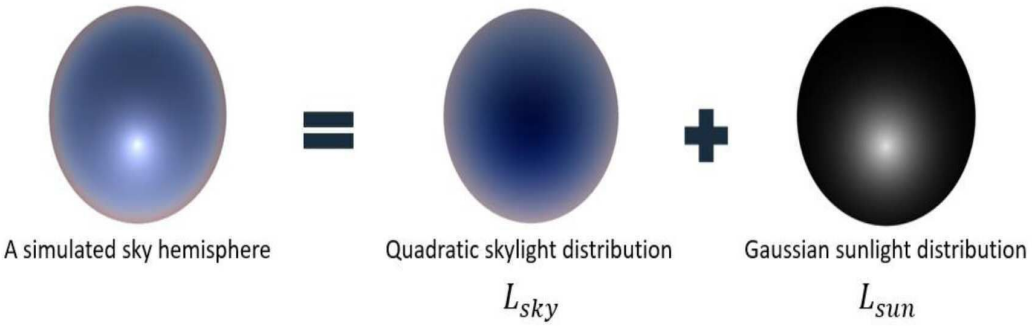
[0099] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

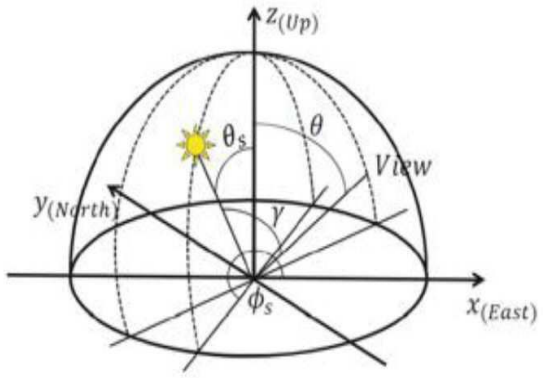
도면1



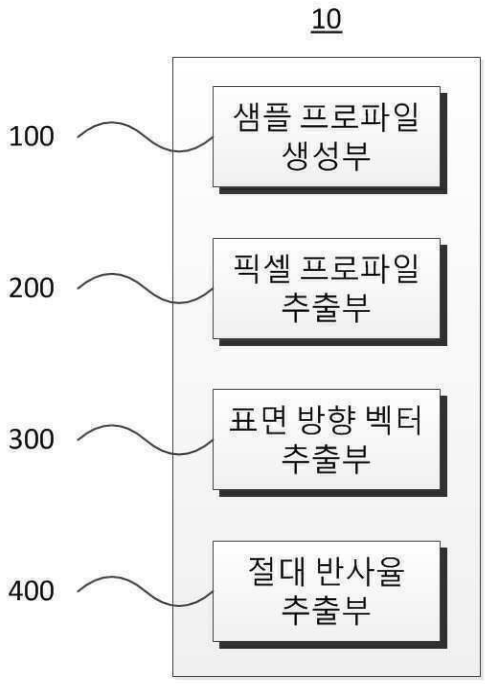
도면2a



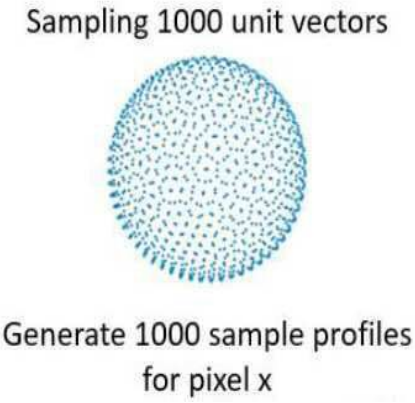
도면2b



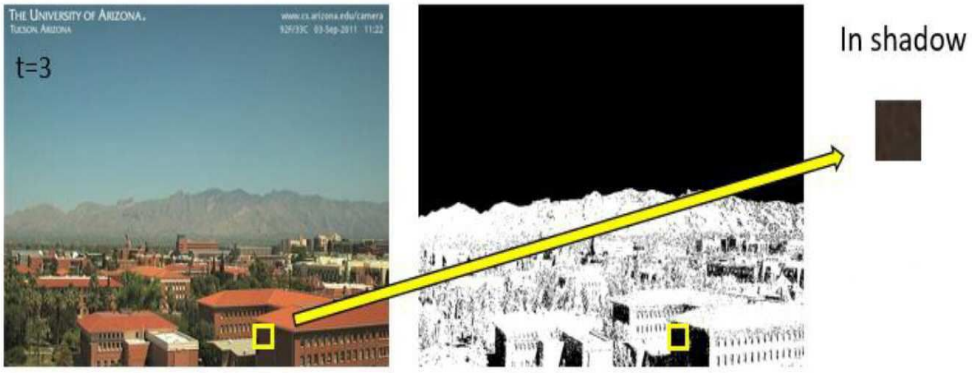
도면3


10
100
샘플 프로파일 생성부
200
픽셀 프로파일 추출부
300
표면 방향 벡터 추출부
400
절대 반사율 추출부

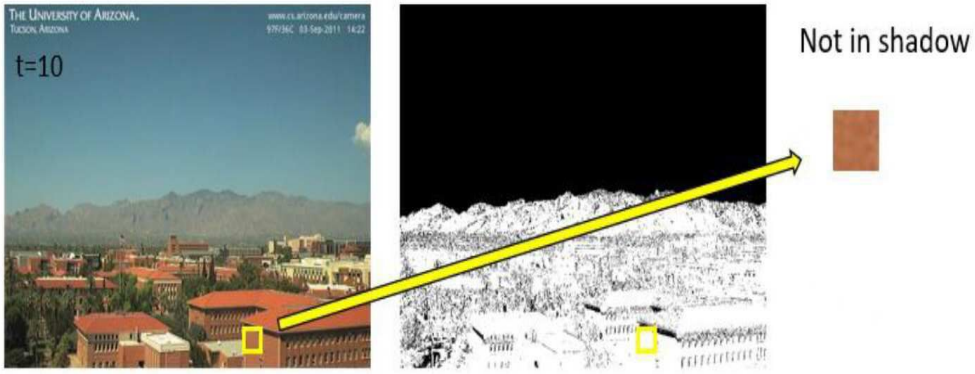
도면4


Sampling 1000 unit vectors
Generate 1000 sample profiles for pixel x

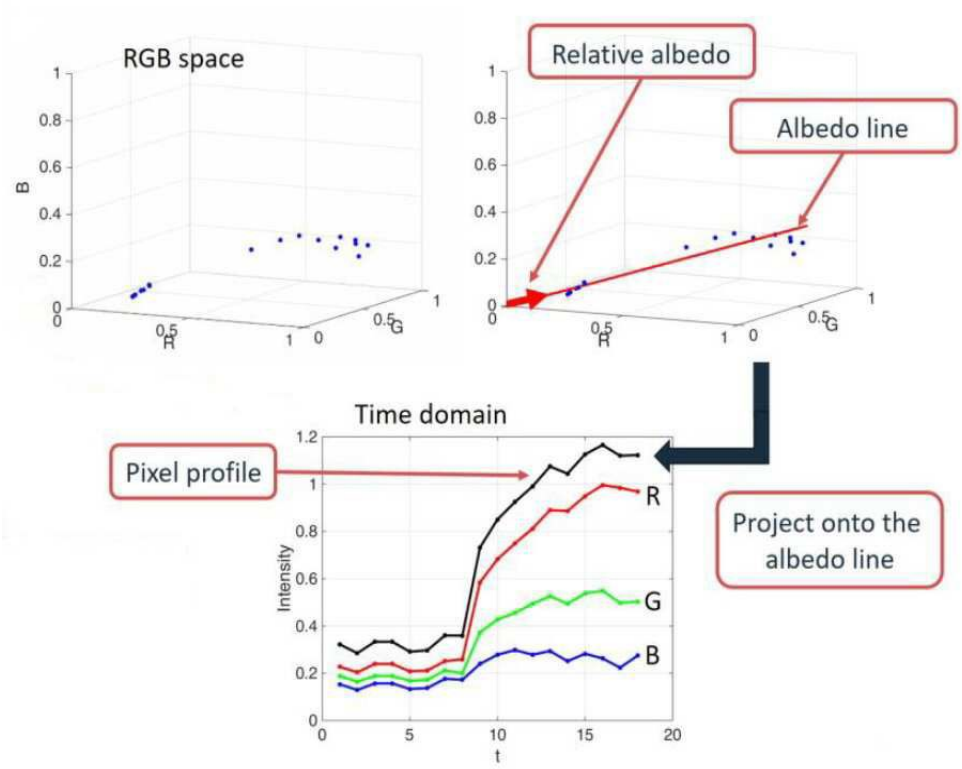
도면5a


THE UNIVERSITY OF ARIZONA.
TUCSON, ARIZONA
t=3
In shadow

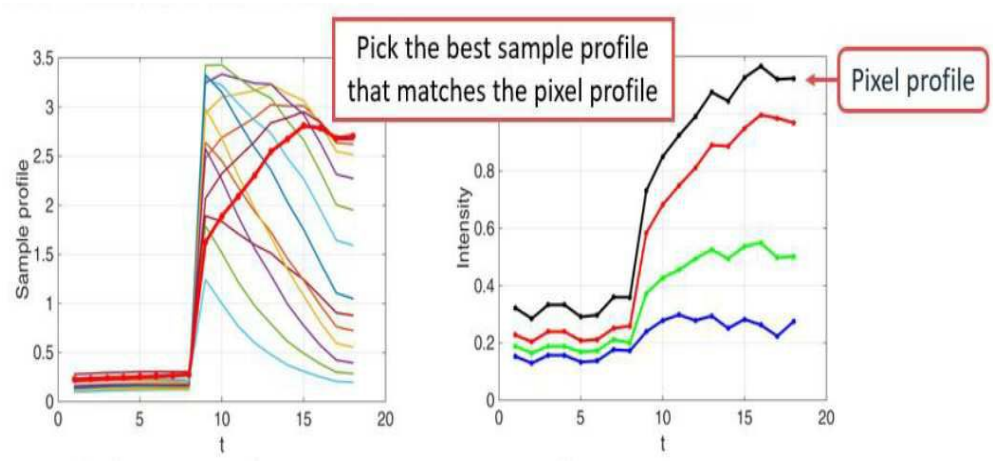
도면5b


THE UNIVERSITY OF ARIZONA.
TUCSON, ARIZONA
t=10
Not in shadow

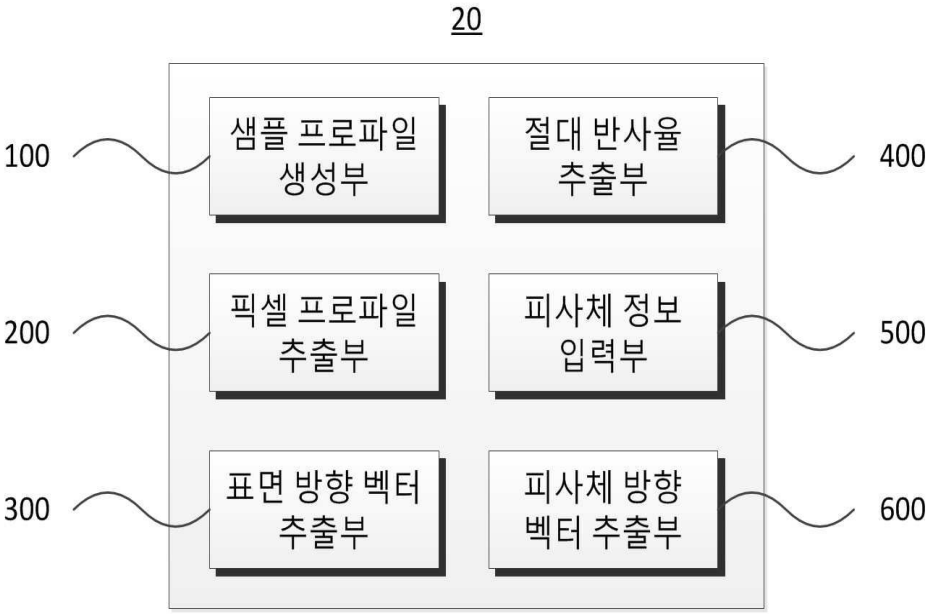
도면6


RGB space
Relative albedo
Albedo line
Time domain
Pixel profile
Project onto the albedo line
Intensity
t
R
G
B

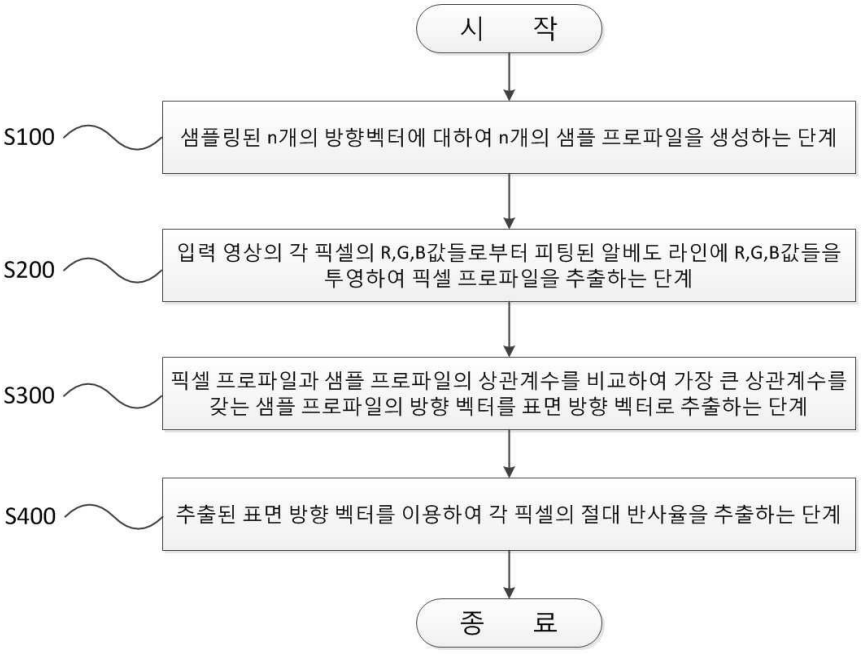
도면7


Pick the best sample profile that matches the pixel profile
Pixel profile
Sample profile
Intensity
t

도면8


20
100
샘플 프로파일 생성부
400
절대 반사율 추출부
200
픽셀 프로파일 추출부
500
피사체 정보 입력부
300
표면 방향 벡터 추출부
600
피사체 방향 벡터 추출부

도면9


시 작
S100
샘플링된 n개의 방향벡터에 대하여 n개의 샘플 프로파일을 생성하는 단계
S200
입력 영상의 각 픽셀의 R,G,B값들로부터 피팅된 알베도 라인에 R,G,B값들을 투영하여 픽셀 프로파일을 추출하는 단계
S300
픽셀 프로파일과 샘플 프로파일의 상관계수를 비교하여 가장 큰 상관계수를 갖는 샘플 프로파일의 방향 벡터를 표면 방향 벡터로 추출하는 단계
S400
추출된 표면 방향 벡터를 이용하여 각 픽셀의 절대 반사율을 추출하는 단계
종 료