



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월03일
(11) 등록번호 10-2619830
(24) 등록일자 2023년12월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 47/11 (2020.01) G06T 7/90 (2017.01)
H05B 45/20 (2020.01)
(52) CPC특허분류
H05B 47/11 (2022.01)
G06T 7/90 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2021-0052984
(22) 출원일자 2021년04월23일
심사청구일자 2021년04월23일
(65) 공개번호 10-2022-0127715
(43) 공개일자 2022년09월20일
(30) 우선권주장
1020210032119 2021년03월11일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
JP2001320598 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
강나협
경기도 용인시 수지구 진산로66번길 10, 522동
1002호 (풍덕천동, 진산마을삼성5차아파트)
김선주
서울특별시 서대문구 연세로 50, 제4공학관 723호
(신촌동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 20 항

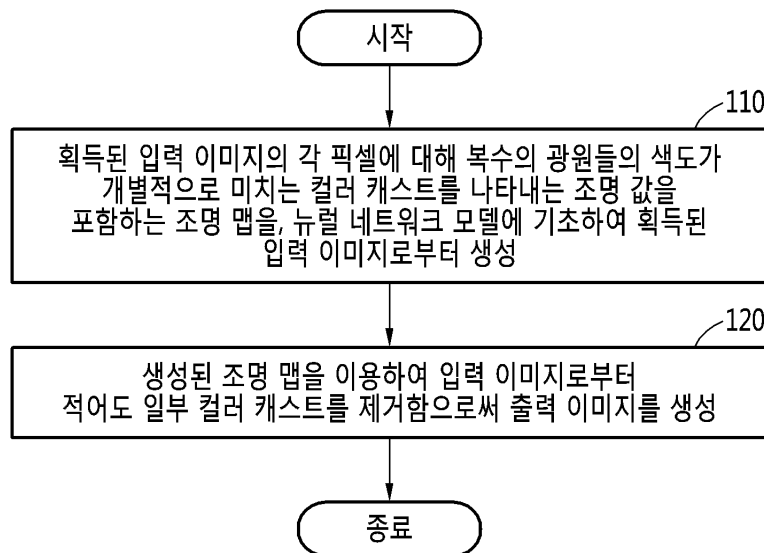
심사관 : 김재경

(54) 발명의 명칭 이미지 보정 방법 및 장치

(57) 요약

이미지 보정 방법 및 장치가 개시된다. 이미지 보정 장치는 혼합 조명에 의한 컬러 캐스트를 나타내는 조명 맵을 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 생성하고, 조명 맵을 이용하여 이미지에서 컬러 캐스트를 제거할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H05B 45/20 (2022.01)

(72) 발명자

김동영

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제4공학관 723호
(신촌동)

김진우

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제4공학관 723호
(신촌동)

이연경

경기도 수원시 영통구 삼성로 130, 미래기술캠퍼스
(매탄동)

유병인

서울특별시 강남구 학동로68길 30, 105동 601호 (삼성동, 삼성동중앙하이즈빌리지)

이형욱

경기도 수원시 영통구 대학로 98, 8101동 602호 (이의동, 광고 호반베르디움트라엘)

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서로 구현되는 이미지 보정 방법에 있어서,

획득된 입력 이미지의 각 픽셀(pixel)에 대해 하나 이상의 광원(illuminant)의 색도(chromaticity)가 개별적으로(individually) 미치는(affect) 컬러 캐스트(color cast)를 나타내는 조명 값(illumination value)을 포함하는 조명 맵(illumination map)을, 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 상기 획득된 입력 이미지로부터 생성하는 단계;

상기 생성된 조명 맵을 이용하여 상기 입력 이미지로부터 적어도 일부 컬러 캐스트를 제거함으로써 출력 이미지를 생성하는 단계;

상기 조명 맵을 복수의 광원들 별로 분해(decompose)함으로써 각 광원에 대응하는 색도 정보(chromaticity information)를 결정하는 단계; 및

상기 복수의 광원들 중 일부 광원에 대응하는 색도 정보를 보존하고, 나머지 광원에 대응하는 색도 정보는 백색 정보로 변경하여 상기 출력 이미지를 조정함으로써 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 생성하는 단계를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 조명 맵을 생성하는 단계는,

적어도 한 픽셀에 대해 복수의 광원들 중 한 광원의 색도에 대응하는 부분 조명 벡터 및 다른 광원의 색도에 대응하는 부분 조명 벡터가 혼합된(mixed) 조명 벡터를 갖는 상기 조명 맵을 생성하는 단계

를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 조명 맵에서 한 픽셀에 영향을 미치는 복수의 광원들의 색도의 혼합 계수(mixture coefficient)는 다른 픽셀에 영향을 미치는 상기 복수의 광원들의 색도의 혼합 계수와 다른,

이미지 보정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 출력 이미지를 생성하는 단계는,

상기 입력 이미지에 대하여 상기 조명 맵을 엘리먼트 별 연산(element-wise operation)으로 적용함으로써 상기 출력 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 출력 이미지를 생성하는 단계는,

상기 입력 이미지의 각 픽셀의 픽셀 값을 상기 조명 맵의 조명 값들 중 해당 픽셀의 픽셀 위치에 대응하는 조명 값으로 나누는(divide) 단계

를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 출력 이미지를 생성하는 단계는,

화이트 밸런싱된(white-balanced) 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 색도 정보를 결정하는 단계는,

상기 조명 맵을 복수의 광원들 별로 분해(decompose)함으로써 각 광원에 대응하는 색도 정보(chromaticity) 및 해당 광원의 혼합 계수 맵(mixture coefficient map)을 결정하는 단계를 포함하고,

상기 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 생성하는 단계는,

상기 복수의 광원들 중 일부 광원에 대응하는 색도 정보를 보존하고 나머지 광원에 대응하는 색도 정보를 백색 정보로 변경하여 혼합 계수 맵과 함께 상기 출력 이미지에 적용함으로써 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 출력하는 단계

를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 출력하는 단계는,

상기 일부 광원에 의한 컬러 캐스트를 보존하는 상기 부분적으로 화이트밸런싱된 이미지를 출력하는 단계

를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 출력하는 단계는,

상기 일부 광원에 대응하는 색도 정보 및 해당 혼합 계수 맵을 이용하여 상기 일부 광원에 대응하는 부분 조명 맵을 생성하는 단계;

상기 나머지 광원에 대응하는 상기 백색 정보 및 해당 혼합 계수 맵을 이용하여 상기 나머지 광원에 대응하는 나머지 조명 맵을 생성하는 단계;

상기 부분 조명 맵 및 상기 나머지 조명 맵을 합산하여 재조명 맵을 생성하는 단계; 및

상기 출력 이미지의 각 픽셀의 픽셀 값에 상기 재조명 맵의 재조명 값들 중 해당 픽셀의 픽셀 위치에 대응하는 재조명 값을 곱(multiply)하는 단계

를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 조명 맵을 생성하는 단계는,

상기 획득된 입력 이미지에 상기 뉴럴 네트워크 모델을 적용함으로써, 광원 별 색도 정보 및 해당 광원의 혼합 계수 맵을 추출하는 단계; 및

상기 색도 정보 및 상기 혼합 계수 맵에 기초하여 상기 조명 맵을 생성하는 단계를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 조명 맵을 생성하는 단계는,

복수의 광원들 중 각 광원의 색도 정보 및 해당 광원의 혼합 계수 맵을 곱(multiply)하여 부분 조명 맵을 산출하는 단계; 및

상기 복수의 광원들의 부분 조명 맵을 합산함으로써 상기 조명 맵을 생성하는 단계를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 출력 이미지를 생성하는 단계는,

복수의 광원들 중 대상 광원에 대응하는 색도 정보를 결정하는 단계;

상기 결정된 색도 정보 및 상기 혼합 계수 맵을 곱함으로써 상기 대상 광원에 대한 부분 조명 맵을 산출하는 단계;

상기 대상 광원에 대한 부분 조명 맵 및 나머지 광원에 대한 나머지 조명 맵을 합산하여 재조명 맵을 생성하는 단계; 및

상기 재조명 맵을 상기 출력 이미지에 적용함으로써 상기 대상 광원에 의한 컬러 캐스트를 적어도 일부 보존하는 부분적으로 화이트 밸런싱된 재조명된 이미지를 출력하는 단계

를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 색도 정보를 조정하는 단계는,

복수의 광원들 중 나머지 광원에 대응하는 색도 정보를 백색 정보로 변경하는 단계

를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

한 픽셀에 대해 복수의 광원들 별로 산출된 혼합 계수의 합이 기준 값이 되도록, 상기 복수의 광원들 별로 혼합 계수 맵을 결정하는 단계;

상기 복수의 광원들 별 색도 정보 및 해당하는 혼합 계수 맵에 기초하여 각 광원에 대응하는 부분 조명 맵을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 부분 조명 맵을 상기 입력 이미지 및 상기 출력 이미지 중 하나에 적용하는 단계

를 더 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,
 상기 혼합 계수 맵을 결정하는 단계는,
 상기 입력 이미지에 영향을 미치는 광원 색도의 개수를 식별하는 단계; 및
 상기 식별된 개수로 상기 혼합 계수 맵을 생성하는 단계
 를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,
 상기 광원 색도의 개수를 식별하는 단계는,
 상기 광원 색도의 개수를 3개로 고정하는 단계
 를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 17

제15항에 있어서,
 상기 혼합 계수 맵을 생성하는 단계는,
 상기 식별된 개수가 2이상인 경우에 응답하여, 상기 혼합 계수 맵의 생성을 개시하는 단계
 를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 18

제14항에 있어서,
 상기 혼합 계수 맵을 결정하는 단계는,
 상기 복수의 광원들이 두 개의 광원들인 경우, 상기 두 개의 광원들 중 한 광원에 대한 혼합 계수 맵을 추정하는 단계; 및
 픽셀 별로 기준 값으로부터 상기 혼합 계수 맵의 각 혼합 계수를 차감함으로써 나머지 광원에 대한 혼합 계수 맵을 산출하는 단계;
 를 포함하는 이미지 보정 방법.

청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항의 방법을 수행하기 위한 명령어를 포함하는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 20

이미지 보정 장치에 있어서,
 입력 이미지를 획득하는 이미지 센서;
 상기 획득된 입력 이미지의 각 픽셀(pixel)에 대해 하나 이상의 광원(illuminant)의 색도(chromaticity)가 개별적으로(individually) 미치는(affect) 컬러 캐스트(color cast)를 나타내는 조명 값(illumination value)을 포함하는 조명 맵(illumination map)을, 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 상기 획득된 입력 이미지로부터 생성하고, 상기 생성된 조명 맵을 이용하여 상기 입력 이미지로부터 적어도 일부 컬러 캐스트를 제거함으로써 출력 이미지를 생성하며, 상기 조명 맵을 복수의 광원들 별로 분해함으로써 각 광원에 대응하는 색도 정보를 결정하고, 상기 복수의 광원들 중 일부 광원에 대응하는 색도 정보를 보존하며, 나머지 광원에 대응하는 색도 정보는 백색 정보로 변경하여 상기 출력 이미지를 조정함으로써 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 생성하는 프로세서; 및
 상기 생성된 출력 이미지를 표시하는 디스플레이

를 포함하는 이미지 보정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래 실시예들은 이미지 보정 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 화이트 밸런싱(White balance, WB)에서, 조명에 의한 컬러 캐스트(color cast)를 제거하기 위해, 장면(scene)에서 조명(illumination)의 색상을 추정하는 것이 중요하다. 화이트 밸런싱은 사람의 시각 시스템(visual system)에서 색채 항등성(color constancy)을 모사(imitate)하는 것으로서, 시각적으로 만족스러운 촬영을 위한 인카메라 이미징 파이프라인(imaging pipeline)의 코어 요소 중 하나이다. 화이트 밸런싱, 또는 계산적 색채 항등성(computational color constancy)은 컴퓨터 비전(computer vision)에서 오랫동안 다뤄져 왔다.

[0003] 위에서 설명한 배경기술은 발명자가 본원의 개시 내용을 도출하는 과정에서 보유하거나 습득한 것으로서, 반드시 본 출원 전에 일반 공중에 공개된 공지기술이라고 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004] 일 실시예에 따른 프로세서로 구현되는 이미지 보정 방법은, 획득된 입력 이미지의 각 픽셀(pixel)에 대해 하나 이상의 광원(illuminant)의 색도(chromaticity)가 개별적으로(individually) 미치는(affect) 컬러 캐스트(color cast)를 나타내는 조명 값(illumination value)을 포함하는 조명 맵(illumination map)을, 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 상기 획득된 입력 이미지로부터 생성하는 단계; 및 상기 생성된 조명 맵을 이용하여 상기 입력 이미지로부터 적어도 일부 컬러 캐스트를 제거함으로써 출력 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0005] 상기 조명 맵을 생성하는 단계는, 적어도 한 픽셀에 대해 복수의 광원들 중 한 광원의 색도에 대응하는 부분 조명 벡터 및 다른 광원의 색도에 대응하는 부분 조명 벡터가 혼합된(mixed) 조명 벡터를 갖는 상기 조명 맵을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 상기 조명 맵에서 한 픽셀에 영향을 미치는 복수의 광원들의 색도의 혼합 계수(mixture coefficient)는 다른 픽셀에 영향을 미치는 상기 복수의 광원들의 색도의 혼합 계수와 다를 수 있다.

[0007] 상기 출력 이미지를 생성하는 단계는, 상기 입력 이미지에 대하여 상기 조명 맵을 엘리먼트 별 연산(element-wise operation)으로 적용함으로써 상기 출력 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 출력 이미지를 생성하는 단계는, 상기 입력 이미지의 각 픽셀의 픽셀 값을 상기 조명 맵의 조명 값들 중 해당 픽셀의 픽셀 위치에 대응하는 조명 값으로 나누는(divide) 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 출력 이미지를 생성하는 단계는, 화이트 밸런싱된(white-balanced) 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 이미지 보정 방법은 상기 조명 맵을 복수의 광원들 별로 분해(decompose)함으로써 각 광원에 대응하는 색도 정보(chromaticity) 및 해당 광원의 혼합 계수 맵(mixture coefficient map)을 결정하는 단계; 및 상기 복수의 광원들 중 일부 광원에 대응하는 색도 정보를 보존하고 나머지 광원에 대응하는 색도 정보를 백색 정보로 변경하여 혼합 계수 맵과 함께 상기 출력 이미지에 적용함으로써 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 출력하는 단계는, 상기 일부 광원에 의한 컬러 캐스트를 보존하는 상기 부분적으로 화이트밸런싱된 이미지를 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0012] 상기 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 출력하는 단계는, 상기 일부 광원에 대응하는 색도 정보 및 해당 혼합 계수 맵을 이용하여 상기 일부 광원에 대응하는 부분 조명 맵을 생성하는 단계; 상기 나머지 광원에 대응하는 상기 백색 정보 및 해당 혼합 계수 맵을 이용하여 상기 나머지 광원에 대응하는 나머지 조명 맵을 생성하는 단계; 상기 부분 조명 맵 및 상기 나머지 조명 맵을 합산하여 재조명 맵을 생성하는 단계; 및 상기 출력 이미지의 각 픽셀의 픽셀 값에 상기 재조명 맵의 재조명 값들 중 해당 픽셀의 픽셀 위치에 대응하는 재조명 값을 곱(multiply)하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 조명 맵을 생성하는 단계는, 상기 획득된 입력 이미지에 상기 뉴럴 네트워크 모델을 적용함으로써, 광원 별 색도 정보 및 해당 광원의 혼합 계수 맵을 추출하는 단계; 및 상기 색도 정보 및 상기 혼합 계수 맵에 기초하여 상기 조명 맵을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 조명 맵을 생성하는 단계는, 복수의 광원들 중 각 광원의 색도 정보 및 해당 광원의 혼합 계수 맵을 곱(multiply)하여 부분 조명 맵을 산출하는 단계; 및 상기 복수의 광원들의 부분 조명 맵을 합산함으로써 상기 조명 맵을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 출력 이미지를 생성하는 단계는, 복수의 광원들 중 대상 광원에 대응하는 색도 정보를 결정하는 단계; 상기 결정된 색도 정보 및 상기 혼합 계수 맵을 곱함으로써 상기 대상 광원에 대한 부분 조명 맵을 산출하는 단계; 상기 대상 광원에 대한 부분 조명 맵 및 나머지 광원에 대한 나머지 조명 맵을 합산하여 재조명 맵을 생성하는 단계; 및 상기 재조명 맵을 상기 출력 이미지에 적용함으로써 상기 대상 광원에 의한 컬러 캐스트를 적어도 일부 보존하는 부분적으로 화이트 밸런싱된 재조명된 이미지를 출력하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 색도 정보를 조정하는 단계는, 복수의 광원들 중 나머지 광원에 대응하는 색도 정보를 백색 정보로 변경하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 이미지 보정 방법은 한 픽셀에 대해 복수의 광원들 별로 산출된 혼합 계수의 합이 기준 값이 되도록, 상기 복수의 광원들 별로 혼합 계수 맵을 결정하는 단계; 상기 복수의 광원들 별 색도 정보 및 해당하는 혼합 계수 맵에 기초하여 각 광원에 대응하는 부분 조명 맵을 산출하는 단계; 및 상기 산출된 부분 조명 맵을 상기 입력 이미지 및 상기 출력 이미지 중 하나에 적용하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 혼합 계수 맵을 결정하는 단계는, 상기 입력 이미지에 영향을 미치는 광원 색도의 개수를 식별하는 단계; 및 상기 식별된 개수로 상기 혼합 계수 맵을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 광원 색도의 개수를 식별하는 단계는, 상기 광원 색도의 개수를 3개로 고정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 혼합 계수 맵을 생성하는 단계는, 상기 식별된 개수가 2이상인 경우에 응답하여, 상기 혼합 계수 맵의 생성을 개시하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 혼합 계수 맵을 결정하는 단계는, 상기 복수의 광원들이 두 개의 광원들인 경우, 상기 두 개의 광원들 중 한 광원에 대한 혼합 계수 맵을 추정하는 단계; 및 픽셀 별로 기준 값으로부터 상기 혼합 계수 맵의 각 혼합 계수를 차감함으로써 나머지 광원에 대한 혼합 계수 맵을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 일 실시예에 따른 이미지 보정 장치는, 입력 이미지를 획득하는 이미지 센서; 상기 획득된 입력 이미지의 각 픽셀(pixel)에 대해 하나 이상의 광원(illuminant)의 색도(chromaticity)가 개별적으로(individually) 미치는(affect) 컬러 캐스트(color cast)를 나타내는 조명 값(illumination value)을 포함하는 조명 맵(illumination map)을, 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 상기 획득된 입력 이미지로부터 생성하고, 상기 생성된 조명 맵을 이용하여 상기 입력 이미지로부터 적어도 일부 컬러 캐스트를 제거함으로써 출력 이미지를 생성하는 프로세서; 및 상기 생성된 출력 이미지를 표시하는 디스플레이를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 보정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 뉴럴 네트워크에 기초한 화이트 밸런싱 동작을 설명하는 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 화이트 밸런스 이미지로부터 재조명된(relighted) 이미지를 출력하는 동작을 설명하는 도면이다.
- 도 4 및 도 5는 일 실시예에 따른 색도 정보, 혼합 계수 정보, 및 조명 맵을 이용한 화이트 밸런싱 동작을 설명하는 도면이다.

도 6은 일 실시예에 따른 화이트 밸런싱 동작을 설명하는 흐름도이다.

도 7은 일 실시예에 따른 일부 광원에 의한 조명 성분을 보존하는 예시적인 동작을 설명하는 도면이다.

도 8 및 도 9은 일 실시예에 따른 뉴럴 네트워크의 트레이닝을 위한 트레이닝 데이터의 수집 동작을 설명하는 도면이다.

도 10은 일 실시예에 따른 이미지 보정 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0026] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0028] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 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.
- [0029] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 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.
- [0030] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0031] 인간의 인지적 특성으로 흰색 채도의 물체가 채도를 갖는 광원(illuminant)(예를 들어, 백열등)에 의한 조명으로 인해, 카메라 센서 및/또는 이미지 센서가 해당 물체를 흰색 이외의 다른 색상(예를 들어, 노르스름한 색상(Yellowish color))으로 센싱할 수 있다. 화이트 밸런싱은 흰색 채도를 갖는 물체를 사람이 흰색으로 인지하는 현상을 이미징(imaging)에서 재현하기 위한 동작으로서, 이미지 전체에 광원의 색도로 인한 컬러 캐스트를 제거함으로써 색상 왜곡을 보정하는 동작을 나타낼 수 있다. 아래에서 설명하는 바와 같이, 일 실시예에 따른 이미지 보정 방법은 다중 조명(multi illumination) 환경에서의 화이트 밸런싱(white balancing)을 수행하기 위한 것으로서, 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 입력 이미지를 화이트 밸런스 이미지로 변환할 수 있다.
- [0032] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 보정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0033] 우선, 단계(110)에서 이미지 보정 장치는 획득된 입력 이미지의 각 픽셀(pixel)에 대해 하나 이상의 광원들(illuminant)의 색도(chromaticity)가 개별적으로(individually) 미치는(affect) 컬러 캐스트(color cast)를 나타내는 조명 값(illumination value)을 포함하는 조명 맵(illumination map)을, 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 획득된 입력 이미지로부터 생성할 수 있다. 본 명세서에서는 입력 이미지가 복수의 광원들에 의한 컬러 캐스트를 포함하는 예시를 주로 설명한다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 적어도 한 픽셀에 대해 복수의 광원들 중 한 광원의 색도에 대응하는 부분 조명 벡터 및 다른 광원의 색도에 대응하는 부분 조명 벡터가 혼합된(mixed) 조명 벡터를 갖는 조명 맵을 생성할 수 있다. 다만, 광원이 복수인 것으로 한정하는 것은 아니다.
- [0034] 색도는 광원의 색상에서 밝기를 제외한, 색채를 나타내는 성분일 수 있다. 전술한 바와 같이 복수의 광원들이 존재하는 상황에서 촬영된 입력 이미지에서 각 픽셀에 나타나는 컬러 캐스트가 상이할 수 있다. 예를 들어, 한 픽셀에 복수의 광원들에 의한 조명들(illuminations)이 작용하는 비율이 상이할 수 있고, 해당 픽셀에 나타나는

컬러 캐스트의 색상은 복합적으로 작용하는 조명들에 대응하는 채도들이 혼합된 비율에 의해 결정될 수 있다. 각 픽셀에 한 광원에 의한 조명(illumination) 및 음영(shading)이 미치는(affect) 세기(intensity)의 비율을 혼합 비율(mixture ratio) 또는 혼합 계수(mixture coefficient)라고 나타낼 수 있다. 각 픽셀에 대한 혼합 계수의 집합을 혼합 계수 맵이라고 나타낼 수 있으며, 하기 수학적식 5에서 설명한다. 조명 맵은 입력 이미지의 컬러 캐스트를 보정하기 위한 조명 값들을 포함하는 맵으로서, 한 픽셀에 대한 조명 값은 해당 픽셀에 혼합 계수에 따라 혼합된 광원들의 색도들에 따른 컬러 캐스트를 보정하기 위한 값을 나타낼 수 있다. 조명 값은 각 광원의 색도에 대응하는 부분 조명 값이 합산된 값일 수 있으며, 색상 채널의 정의에 따른 색상 채널 별 성분을 가지는 부분 조명 벡터의 포맷으로 표현될 수 도 있다. 조명 맵은 하기 수학적식 6에서 상세히 설명한다.

[0035] 예를 들어, 본 명세서에서 혼합 광원(mixed illuminant) 하에 촬영된 이미지는 아래 수학적식 1과 같이 모델링될 수 있다. 혼합 광원은 서로 다른 채도를 갖는 둘 이상의 광원들을 포함할 수 있다.

수학적식 1

$$\begin{aligned} \mathbf{I}(x) &= \mathbf{r}(x) \odot \boldsymbol{\eta}(x) \boldsymbol{\ell} \\ &= \mathbf{r}(x) \odot \sum_{i=1}^N \eta_i(x) \boldsymbol{\ell}_i \end{aligned}$$

[0036]

[0037] 전술한 수학적식 1에서 x 는 이미지 I 에 포함된 픽셀들 중 한 픽셀의 픽셀 위치로서, 이미지 I 내 좌표(예를 들어, 2차원 좌표)를 나타낼 수 있다. $\mathbf{I}(x)$ 는 이미지 I 의 픽셀 위치 x 의 픽셀 값을 나타낼 수 있다. $\mathbf{r}(x)$ 는 이미지 I 에서 픽셀 위치 x 의 표면 반사(surface reflectance)를 나타낼 수 있다. $\boldsymbol{\eta}(x)$ 는 이미지 I 에서 픽셀 위치 x 에 혼합 광원이 미치는 조명(illumination) 및 음영(shading)의 세기를 포함하는 스케일링 텀(scaling term)일 수 있다. $\eta_i(x)$ 는 N 개의 광원들 중 제 i 광원이 픽셀 위치 x 의 픽셀에 미치는 조명 및 음영의 세기를 나타낼 수 있다. $\boldsymbol{\ell}$ 은 혼합 광원의 색도 정보(chromaticity information)를 나타낼 수 있다. $\boldsymbol{\ell}_i$ 는 제 i 광원의 색도 정보를 나타낼 수 있다. 여기서, i 는 1이상 N 이하의 정수일 수 있다. 본 명세서에서, \odot 는 엘리먼트 별 곱(element-wise product)을 나타낼 수 있다.

[0038] 일 실시예에 따른 색도 정보는 광원의 색도를 색공간(color space)에 따라 정의되는 색도 벡터(chromaticity vector)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에서는 색공간으로서 RGB(Red, Green, Blue) 색공간에서 정의되는 색상 벡터를 주로 설명하며, 기본(primary) 적색 색도(red chromaticity)는 (1,0,0), 기본 녹색 색도(green chromaticity)는 (0,1,0), 기본 청색 색도는 (0,0,1)의 벡터로 각각 표현될 수 있다. 흑색(black) 정보는 (0,0,0), 백색(white) 정보는 (1,1,1)의 벡터로 표현될 수 있다. 일 실시예에 따른 색도 벡터는 G 값이 1이 되도록 정규화될 수 있다. 예를 들어, $(R,G,B)=(0.3, 0.7, 0.3)$ 의 벡터에 대해 각 채널의 성분 값을 G 값인 0.7로 나눔으로써, 정규화된 색도 벡터는 (0.43, 1, 0.43)이 될 수 있다. 다만, 색도 벡터의 값을 전술한 바로 한정하는 것은 아니고, 하드웨어 구성 및/또는 소프트웨어 구성에 따라 색도 벡터의 각 원소의 값이 달라지거나 정규화 방식이 달라질 수 있다. RGB 색공간이 아닌 HSV(Hue, Saturation, Value) 색공간, CIE(Commission internationale de l'eclairage) 색공간, 및/또는 CMYK(Cyan, Magenta, Yellow, Black) 색공간에 따라 색도 벡터가 정의될 수도 있다. 색도 벡터의 차원은 색공간의 성분(component) 개수에 따라 달라질 수 있는데, 전술한 예시에서 색도 벡터가 3차원으로 설명되었으나, CMYK 색공간과 같이 4개 성분으로 정의되는 색공간에서는 4차원으로 정의될 수 있다.

[0039] 전술한 수학적식 1에서 N 은 1이상의 정수일 수 있다. 아래에서 $N=2$ 인 예시로서, 제1 광원을 a 광원, 제2 광원을 b 광원으로 설명한다. 다만, $N=2$ 로 한정하는 것은 아니다.

수학식 2

$$\mathbf{I}_{ab}(x) = \mathbf{r}(x) \odot (\eta_a(x)\ell_a + \eta_b(x)\ell_b)$$

전술한 수학식 2에서 $\mathbf{I}_{ab}(x)$ 는 광원 a 및 광원 b 하에서 촬영된 이미지 \mathbf{I}_{ab} 의 픽셀 위치 x 에 대응하는 픽셀 값을 나타낼 수 있다. $\eta_a(x)$ 는 광원 a가 픽셀 위치 x 에 미치는 조명 및 음영의 세기, ℓ_a 는 광원 a의 색도 벡터를 나타낼 수 있다. 유사하게, $\eta_b(x)$ 는 광원 b가 픽셀 위치 x 에 미치는 조명 및 음영의 세기, ℓ_b 는 광원 b의 색도 벡터를 나타낼 수 있다. 화이트 밸런싱은 모든 광원들이 표준 색도(canonical chromaticity)를 가지게 보정하는 것으로 해석될 수 있다. 예를 들어, 화이트 밸런싱된 이미지는 하기 수학식 3과 같이 광원 a의 색도 벡터 및 광원 b의 색도 벡터가 모두 1로 보정된 이미지일 수 있다.

수학식 3

$$\hat{\mathbf{I}}_{ab}(x) = \mathbf{r}(x) \odot (\eta_a(x)\mathbf{1} + \eta_b(x)\mathbf{1})$$

전술한 수학식 3에서 $\hat{\mathbf{I}}_{ab}(x)$ 는 화이트 밸런싱된 이미지 $\hat{\mathbf{I}}_{ab}$ 의 픽셀 위치 x 의 픽셀 값을 나타낼 수 있다.

$\mathbf{1}$ 은 백색을 지시하는 색도 정보(이하, '백색 정보')로서, 예시적으로 (1,1,1)의 색도 벡터일 수 있다. 아래 수학식 4 내지 수학식 6에서는 설명의 편의를 위하여 개별 픽셀의 픽셀 위치를 나타내는 x 를 생략하고, 이미지 \mathbf{I}_{ab} 를 기준으로 설명한다.

수학식 4

$$\begin{aligned} \mathbf{I}_{ab} &= \mathbf{r} \odot (\eta_a\ell_a + \eta_b\ell_b) \\ &= \mathbf{r} \odot (\eta_a\mathbf{1} + \eta_b\mathbf{1}) \odot \left(\frac{\eta_a\ell_a}{\eta_a + \eta_b} + \frac{\eta_b\ell_b}{\eta_a + \eta_b}\right) \\ &= \hat{\mathbf{I}}_{ab} \odot (\alpha\ell_a + (1 - \alpha)\ell_b) \\ &= \hat{\mathbf{I}}_{ab} \odot L_{ab} \end{aligned}$$

수학식 5

$$\alpha = \frac{\eta_a}{\eta_a + \eta_b}$$

수학식 6

$$L_{ab} = \alpha\ell_a + (1 - \alpha)\ell_b$$

[0047]

전술한 수학적 식 4에 설명된 바와 같이, 입력 이미지 I_{ab} 는 화이트 밸런싱된 이미지 \hat{I}_{ab} 에 조명 맵 L_{ab} 가 엘리먼트 별 곱(element-wise product)으로 적용된 결과로 해석될 수 있다. α 는 광원 a의 혼합 계수 맵을 나타낼 수 있다. $(1 - \alpha)$ 는 광원 b의 혼합 계수 맵을 나타낼 수 있다. 이미지 보정 장치는 복수의 광원들이 두 개의 광원들인 경우, 두 개의 광원들 중 한 광원(예를 들어, 광원 a)에 대한 혼합 계수 맵 α 를 추정할 수 있다. 이미지 보정 장치는 픽셀 별로 기준 값(예를 들어, 1)으로부터 혼합 계수 맵 α 의 각 혼합 계수를 차감함으로써 나머지 광원(예를 들어, 광원 b)에 대한 혼합 계수 맵 $(1 - \alpha)$ 를 산출할 수 있다. 다만, 전술한 수학적 식 5에서 광원 a 및 광원 b에 대한 혼합 계수 맵을 예로 설명하였으나, N개의 광원들 중 제i 광원에 대한

혼합 계수 맵은
$$\frac{\eta_i}{\sum_{j=1}^N \eta_j}$$
으로 일반화될 수 있다.

[0048]

참고로, $L_{ab}(x)$ 는 픽셀 위치 x에 대응하는 조명 벡터로서, 전술한 수학적 식 6의 조명 맵 L_{ab} 은 조명 벡터 $L_{ab}(x)$ 의 집합일 수 있다. 조명 벡터 $L_{ab}(x)$ 에 포함된 부분 조명 벡터 $\alpha \ell_a, (1 - \alpha) \ell_b$ 은 각각 광원의 혼합 계

수 맵들 $\alpha, (1 - \alpha)$ 과 색도 벡터 ℓ_a, ℓ_b 의 곱이므로, 조명 맵 L_{ab} 은 색 공간의 정의에 따른 색상 채널 별 조명 채널 맵들의 집합으로도 해석될 수 있다. 예시적으로 픽셀 위치 x에 대한 부분 조명 벡터

$\alpha(x) \ell_a$ 은 색도 벡터 ℓ_a 중 각 색상 채널(예를 들어, RGB 중 한 채널)에 대응하는 성분 및 픽셀 위치 x의 혼합 계수 $\alpha(x)$ 의 곱으로서, R 채널에 대응하는 부분 조명 성분, G 채널에 대응하는 부분 조명 성분, 및 B 채널에 대응하는 부분 조명 성분을 개별적으로 포함할 수 있다. 전술한 수학적 식 6에서 나타난 바와 같이, 조명

맵 L_{ab} 에서 각 광원의 혼합 계수 맵들 $\alpha, (1 - \alpha)$, 색도 벡터 ℓ_a, ℓ_b 는 픽셀 별로 공간적으로 (spatially) 다른 값을 가질 수 있다. 이미지 보정 장치는 조명 맵 L_{ab} 을 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 생성할 수 있다. 예를 들어, 뉴럴 네트워크 모델은 입력 이미지로부터 조명 맵 L_{ab} 을 추출하도록 설계 및 트레이닝된 모델일 수 있다. 조명 맵 L_{ab} 을 직접 추출하는 뉴럴 네트워크 모델은 하기 도 2에 도시된다. 다른 예를 들어, 뉴럴 네트워크 모델은 입력 이미지로부터 광원 별 색도 정보 및 혼합 계수 맵을 추출하도록 설계 및 트레이닝된 모델일 수 있다. 이미지 보정 장치는 추출된 색도 정보 및 혼합 계수 맵을 이용하여 조명 맵을 산출할 수 있다. 색도 정보 및 혼합 계수 맵을 추출하는 뉴럴 네트워크 모델은 하기 도 4에 도시된다.

[0049]

그리고 단계(120)에서 이미지 보정 장치는 생성된 조명 맵 L_{ab} 을 이용하여 입력 이미지로부터 적어도 일부 컬러 캐스트를 제거함으로써 출력 이미지를 생성할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 입력 이미지에 대하여 조명 맵 L_{ab} 을 엘리먼트 별 연산(element-wise operation)으로 적용함으로써 출력 이미지를 생성할 수 있다. 이미지 보정 장치는, 하기 수학적 식 7과 같이, 입력 이미지 I_{ab} 의 각 픽셀의 픽셀 값을 조명 맵 L_{ab} 의 조명 값들 중 해당 픽셀의 픽셀 위치에 대응하는 조명 값으로 나눌(divide) 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 각 픽셀 위치에 대해 색상 채널 별로 조명 벡터에서 해당 색상 채널에 대응하는 성분으로 해당 색상 채널 값을 나눌 수 있다. 본 명세서에서 엘리먼트 별 연산(예를 들어, 엘리먼트 별 곱 및 엘리먼트 별 나누기)은 서로 대응하는 색상 채널들끼리 같은 픽셀 위치에 대응하는 값들 간에 수행될 수 있다. 이미지 보정 장치는 입력 이미지 I_{ab} 로부터 화이트 밸런싱된(white-balanced) 이미지를 출력 이미지로서 생성할 수 있다. 하기 수학적 식 7은 전술

한 수학적 식 6으로부터 도출된 화이트 밸런싱된 이미지 \hat{I}_{ab} 를 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\hat{\mathbf{I}}_{ab} = \mathbf{I}_{ab} \oslash L_{ab}$$

[0050]

[0051]

전술한 수학식 7에서 \oslash 는 엘리먼트 별 나누기(element-wise division)를 나타낼 수 있다.

[0052]

입력 이미지에 나타나는 장면이 단일 조명 하에 촬영된 것으로 가정될 시, 입력 이미지 전체가 그레이(grey)로 처리, 또는 입력 이미지에서 흰색 채도(white chromaticity)로 추정된 영역에 기초하여 입력 이미지 전체가 단일 조명 채도(illumination chromaticity)로 정규화에 의해 화이트 밸런싱이 수행될 수 있다. 다만, 실제 촬영 환경은 다양한 채도의 광원들(illuminants)이 혼재되므로, 각 광원의 채도에 의한 영향이 장면을 캡처한 입력 이미지의 픽셀(Pixel) 별로 복합적으로 작용할 수 있다. 일 실시예에 따른 이미지 보정 방법은 다중 광원에 의한 복합적인 채도 영향을 보상함으로써, 혼합 조명 상황에서도 만족스러운 화이트 밸런싱 결과를 제공할 수 있다. 전술한 바와 같이, 이미지 보정 방법은 서로 다른 채도를 갖는 광원들에 의한 조명을 픽셀 레벨로 달리 적용함으로써, 이미지의 로컬 영역(local region)에 대해 개별적으로 화이트 밸런싱을 수행할 수 있다. 다시 말해, 이미지의 한 픽셀에서 보상되는 컬러 캐스트를 유발한 광원의 색도와 다른 픽셀에서 보상되는 컬러 캐스트를 유발한 광원의 색도가 다르게 결정될 수 있다.

[0053]

예를 들어, 야외 사진은 노란색 태양광 및 파란색 하늘과 같은 2개의 광원에 의해 유발되는 컬러 캐스트를 픽셀 별로 다르게 포함할 수 있고, 실내 사진도 자연광, 실내 전등, 및 플래시 외부 광과 같은 3개의 광원에 의해 유발되는 컬러 캐스트를 픽셀 별로 다르게 포함할 수 있다. 일 실시예에 따른 이미지 보정 방법은 다양한 색도의 광원들에 의한 컬러 캐스트의 혼합 비율(mixture ratio)이 픽셀 별로 상이한 이미지를 각 픽셀에 최적화되어 결정된 조명 값을 이용하여 보정함으로써 화이트 밸런싱을 수행할 수 있다.

[0054]

도 2는 일 실시예에 따른 뉴럴 네트워크에 기초한 화이트 밸런싱 동작을 설명하는 도면이다.

[0055]

일 실시예에 따른 이미지 보정 장치는 입력 이미지(201)로부터 뉴럴 네트워크 모델(210)에 기초하여 조명 맵(230)을 산출할 수 있다.

[0056]

입력 이미지(201)는 색 공간에 따른 채널 이미지를 포함할 수 있다. 예를 들어, RGB 이미지는 적색 채널 이미지, 녹색 채널 이미지, 및 청색 채널 이미지를 포함할 수 있다. 다른 예를 들어, YUV 이미지 및 HSV 이미지도 각각 대응하는 채널 이미지를 포함할 수 있다. 입력 이미지(201)의 해상도는 제한이 없으며, Full HD(High Definition) 해상도 및 4K 해상도 이미지일 수 있다.

[0057]

뉴럴 네트워크 모델(210)은 입력 이미지(201)와 동일한 해상도로 조명 맵(230)을 출력하도록 설계된 기계 학습 모델을 나타낼 수 있다. 조명 맵(230)은 픽셀 위치 별로 컬러 캐스트를 보상하기 위한 조명 값들(예를 들어, 조명 벡터들)을 포함할 수 있다. 기계 학습 모델은 기계 학습을 통해 생성될 수 있다. 이러한 학습은, 예를 들어, 뉴럴 네트워크 모델이 수행되는 이미지 보정 장치 자체에서 수행될 수 있고, 별도의 서버를 통해 수행될 수도 있다. 학습 알고리즘은, 예를 들어, 지도형 학습(supervised learning), 비지도형 학습(unsupervised learning), 준지도형 학습(semi-supervised learning) 또는 강화 학습(reinforcement learning)을 포함할 수 있으나, 전술한 예에 한정되지 않는다. 뉴럴 네트워크 모델은, 복수의 인공 뉴럴 네트워크 레이어들을 포함할 수 있다. 뉴럴 네트워크 모델은 심층 신경망(DNN: deep neural network), CNN(convolutional neural network), RNN(recurrent neural network), RBM(restricted boltzmann machine), DBN(deep belief network), BRDNN(bidirectional recurrent deep neural network), 심층 Q-네트워크(deep Q-networks), U-넷(U-net) 또는 중 둘 이상의 조합 중 하나일 수 있으나, 전술한 예에 한정되지 않는다. 뉴럴 네트워크 모델은 하드웨어 구조 이외에, 추가적으로 또는 대체적으로, 소프트웨어 구조를 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 예시에서 이미지 보정 장치는 입력 이미지(201)를 뉴럴 네트워크 모델(210)에 입력하여 전파시킴으로써 조명 맵(230)을 추출할 수 있다.

[0058]

뉴럴 네트워크 모델(210)은 L1, L2, 및 SSIM(Structural similarity)와 같은 손실에 기초하여 트레이닝될 수 있다. 트레이닝 장치는 뉴럴 네트워크 모델(210)에 트레이닝 입력을 전파시켜 산출된 임시 출력 및 트레이닝 출력 간에 전술한 손실을 산출하고, 손실이 최소화되도록 뉴럴 네트워크 모델(210)의 파라미터(예를 들어, 연결 가중치)를 업데이트할 수 있다. 뉴럴 네트워크 모델(210)의 트레이닝을 위해, 다중 조명 환경에서 촬영된 이미

지에 대해 해당 이미지의 참값(ground truth) 조명 맵, 픽셀 레벨로 화이트 밸런싱된 이미지 중 적어도 하나를 포함하는 트레이닝 데이터가 요구될 수 있다. 트레이닝 데이터는 하기 도 8 및 도 9에서 설명한다.

- [0059] 이미지 보정 장치는 입력 이미지(201)와 동일한 크기 및 해상도의 조명 맵(230)을 추정할 수 있고, 조명 맵(230)을 입력 이미지(201)에 엘리먼트 별 나누기(280)로 적용함으로써 동일한 크기 및 해상도의 화이트 밸런싱된 출력 이미지(208)를 출력할 수 있다.
- [0060] 도 3은 일 실시예에 따른 화이트 밸런스 이미지로부터 재조명된(relighted) 이미지를 출력하는 동작을 설명하는 도면이다.
- [0061] 일 실시예에 따른 이미지 보정 장치는 도 2에 도시된 동작에 더하여 분해 동작(340)을 수행할 수 있다.
- [0062] 예를 들어, 이미지 보정 장치는 조명 맵(230)을 복수의 광원들 별로 분해(decompose)함으로써 각 광원에 대응하는 색도 정보(chromaticity)(351) 및 해당 광원의 혼합 계수 맵(mixture coefficient map)(352)을 결정할 수 있다. 이미지 보정 장치는 PCA(Principal component analysis)을 통해 복수의 광원들 별로 조명 맵(230)을 분해할 수 있다. 조명 맵(230)에서 한 픽셀에 영향을 미치는 복수의 광원들의 색도의 혼합 계수(mixture coefficient)는 다른 픽셀에 영향을 미치는 복수의 광원들의 색도의 혼합 계수와 다를 수 있다.
- [0063] 이미지 보정 장치는 복수의 광원들 중 일부 광원에 대응하는 색도 정보(351)를 보존하고 나머지 광원에 대응하는 색도 정보를 변경하여 혼합 계수 맵(352)과 함께 출력 이미지(208)에 추가 적용함으로써 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지(309)를 출력할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 일부 광원에 대응하는 색도 정보(351) 및 혼합 계수 맵(352)을 이용하여 일부 광원에 대응하는 대상 부분 조명 맵을 생성할 수 있다. 이미지 보정 장치는 나머지 광원에 대응하는 색도 정보를 백색 정보로 변경하고, 백색 정보 및 혼합 계수 맵(352)을 이용하여 나머지 광원에 대응하는 나머지 조명 맵을 생성할 수 있다. 나머지 조명 맵은 나머지 광원의 색도를 백색으로 치환하였으므로, 나머지 광원에 의한 컬러 캐스트가 제거된 부분 조명 맵일 수 있다. 이미지 보정 장치는 대상 부분 조명 맵 및 나머지 조명 맵을 합산하여 재조명 맵(relighting map)을 생성할 수 있다. 재조명 맵은 화이트 밸런싱된 이미지에서 일부 광원의 색도에 따른 컬러 캐스트 효과를 부가하여 재조명하는 재조명 값들을 포함하는 맵일 수 있다. 이미지 보정 장치는 출력 이미지(208)의 각 픽셀의 픽셀 값에 재조명 맵의 재조명 값들 중 해당 픽셀의 픽셀 위치에 대응하는 재조명 값을 곱(multiply)함으로써 엘리먼트 별 곱(390)을 적용할 수 있다. 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지(309)는 화이트 밸런싱된 이미지에 대상 광원에 의한 컬러 캐스트가 부가된 이미지일 수 있다. 따라서, 이미지 보정 장치는 일부 광원에 의한 컬러 캐스트를 보존하는 부분적으로 화이트밸런싱된 이미지(309)를 출력할 수 있다.
- [0064] 도 3에 도시된 기계 학습 구조에서는 도 2에서 전술한 손실 외에, 색상 채널에 대한 코사인 유사도(Cosine Similarity)가 추가적으로 손실에 더 포함될 수도 있다.
- [0065] 도 3에서는 조명 맵을 추출한 후 색도 정보 및 혼합 계수 맵이 생성되는 예시를 설명하였으나, 아래에서는 조명 맵을 생성하기 전 색도 정보 및 혼합 계수 맵이 추출되는 예시를 설명한다.
- [0066] 도 4 및 도 5는 일 실시예에 따른 색도 정보, 혼합 계수 정보, 및 조명 맵을 이용한 화이트 밸런싱 동작을 설명하는 도면이다.
- [0067] 일 실시예에 따른 이미지 보정 장치는 획득된 입력 이미지(201)에 뉴럴 네트워크 모델(410)을 적용함으로써, 광원 별 색도 정보(421) 및 해당 광원의 혼합 계수 맵(422)을 추출할 수 있다. 예를 들어, 뉴럴 네트워크 모델(410)은 입력 이미지(201)로부터 광원 별 색도 정보(421) 및 혼합 계수 맵(422)을 출력하도록 설계 및 트레이닝된 모델일 수 있다.
- [0068] 예를 들어, 이미지 보정 장치는 색도 정보 및 혼합 계수 맵에 기초하여, 예를 들어, 선형 보간(linear interpolation)으로, 조명 맵을 생성할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 복수의 광원들 중 각 광원의 색도 정보 및 해당 광원의 혼합 계수 맵을 곱(multiply)하여 부분 조명 맵을 산출할 수 있다. 이미지 보정 장치는 복수의 광원들의 부분 조명 맵을 합산함으로써 조명 맵(430)을 생성할 수 있다. 여기서, 이미지 보정 장치는, 광원의 색도 정보(421)에 대한 변경 없이 합산된 조명 맵(430)을 입력 이미지(201)에 엘리먼트 별 나누기(480)로 적용함으로써 화이트 밸런싱된 출력 이미지(408)를 생성할 수 있다.
- [0069] 또한, 이미지 보정 장치는 전술한 화이트 밸런싱된 출력 이미지(408)에 재조명 맵을 추가 적용함으로써 컬러 캐스트를 적어도 일부 보존하는 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지 및/또는 입력 이미지(201)에서 일부 광원에 의한 조명 효과가 변경된 이미지를 출력할 수 있다.

- [0070] 예를 들어, 이미지 보정 장치는 대상 광원에 대응하는 색도 정보(421)를 결정할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 대상 광원에 대응하는 색도 정보(421)를 원본 색도 벡터(original chromaticity vector)로 유지할 수 있다. 한 광원에 대한 원본 색도 벡터는 뉴럴 네트워크 모델(410)에 기초하여 추출된 해당 광원에 대한 색도 벡터를 나타낼 수 있다. 이미지 보정 장치는 유지된 색도 정보(421) 및 혼합 계수 맵(422)을 곱함으로써 대상 광원에 대한 부분 조명 맵을 산출할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 원본 색도 벡터를 가지는 대상 광원의 색도 정보(421) 및 혼합 계수 맵(422) 간의 곱으로부터 산출된 대상 광원에 대한 부분 조명 맵을 산출할 수 있다. 이미지 보정 장치는 대상 광원에 대한 부분 조명 맵 및 나머지 광원에 대한 나머지 조명 맵을 합산하여 재조명 맵을 생성할 수 있다. 여기서, 이미지 보정 장치는 나머지 광원에 대응하는 색도 정보를 백색 정보(예를 들어, (1,1,1) 벡터)로 변경함으로써, 나머지 광원에 의한 컬러 캐스트가 배제된 재조명 맵을 생성할 수 있다. 이미지 보정 장치는 재조명 맵을 출력 이미지(408)에 엘리먼트 별 곱(element-wise product)으로 적용함으로써 대상 광원에 의한 컬러 캐스트를 적어도 일부 보존하는 부분적으로 화이트 밸런싱된 재조명된 이미지를 생성할 수 있다. 따라서, 이미지 보정 장치는 재조명 맵을 통해 입력 이미지(201)에서 나머지 광원에 의한 컬러 캐스트를 제거하고, 대상 광원에 의한 컬러 캐스트를 보존하는 부분적으로 화이트 밸런싱된 재조명된 이미지를 출력할 수 있다. 다만, 재조명 맵의 생성을 전술한 바로 한정하는 것은 아니다.
- [0071] 다른 예를 들어, 이미지 보정 장치는 복수의 광원들 중 대상 광원에 대응하는 색도 정보를 대상 색도 벡터(target chromaticity vector)로 변경할 수 있다. 대상 색도 벡터는 사용자가 변경하길 원하는 색도를 지시하는 벡터일 수 있다. 이미지 보정 장치는 결정된 대상 색도 벡터 및 혼합 계수 맵(422)을 곱함으로써 대상 광원에 대해 대상 색도를 갖는 부분 조명 맵을 산출할 수 있다. 이미지 보정 장치는 대상 광원에 대한 부분 조명 맵 및 나머지 광원에 대한 나머지 조명 맵을 합산하여 재조명 맵을 생성할 수 있다. 예시적으로, 나머지 광원에 대한 색도 정보가 유지되는 경우, 이미지 보정 장치는 재조명 맵을 출력 이미지(408)에 엘리먼트 별 곱에 기초하여 적용함으로써 원본 입력 이미지(201)에서 대상 광원에 의한 조명 효과만 대상 색도로 변경된 이미지를 출력할 수 있다. 다른 예시에 따르면 이미지 보정 장치는 나머지 광원에 대한 색도 정보를 백색 정보로 변경할 수 있고, 대상 색도 벡터에 기초한 부분 조명 맵 및 백색 정보에 기초한 나머지 조명 맵을 합산하여 재조명 맵을 생성할 수 있다. 이 경우, 이미지 보정 장치는 재조명 맵을 출력 이미지(408)에 엘리먼트 별 곱에 기초하여 적용함으로써 화이트 밸런싱된 출력 이미지(408)에 대상 색도를 갖는 대상 광원에 의한 조명 효과만 추가된 부분적으로 화이트 밸런싱된 이미지를 출력할 수 있다.
- [0072] 참고로, 이미지 보정 장치는 한 픽셀에 대해 복수의 광원들 별로 산출된 혼합 계수의 합이 기준 값(예를 들어, 1)이 되도록, 복수의 광원들 별로 혼합 계수 맵(422)을 결정할 수 있다. 예를 들어, 복수의 광원들의 혼합 계수 맵들에서 같은 픽셀 위치에 대응하는 값들의 합이 기준 값일 수 있다. 따라서, 혼합 계수 맵들의 합산이 기준 값으로 일정하므로 보정 과정에서 밝기에 변화가 없는 바, 일 실시예에 따른 이미지 보정 장치는 이미지의 밝기는 유지한 채로 광원의 색도에 의한 컬러 캐스트만 효과적으로 제거할 수 있다. 이미지 보정 장치는 복수의 광원들 별 색도 정보(421) 및 해당하는 혼합 계수 맵(422)에 기초하여 각 광원에 대응하는 부분 조명 맵을 산출할 수 있다. 이미지 보정 장치는 산출된 부분 조명 맵을 입력 이미지(201) 및 도 3의 출력 이미지(208) 중 하나에 적용할 수 있다.
- [0073] 도 4에서는 N개(예를 들어, N=3)의 광원들에 대해 N개의 색도 정보(421) 및 N개의 혼합 계수 맵(422)이 추출될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 이미지 보정 장치는 복수의 광원들의 개수 별로 뉴럴 네트워크 모델(410)을 저장할 수 있다. 이미지 보정 장치는 입력 이미지(201)로부터 광원의 개수를 식별하고, 식별된 개수에 대응하는 뉴럴 네트워크 모델(410)을 로딩할 수 있다. 이미지 보정 장치는 로딩된 뉴럴 네트워크 모델(410)에 기초하여, 식별된 광원의 개수에 대응하는 색도 정보(421) 및 혼합 계수 맵(422)을 추출할 수 있다.
- [0074] 도 5는 예시적인 적용 결과를 설명한다. 이미지 보정 장치는 입력 이미지(501)로부터 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 제1 색도 정보(521a) 및 제1 혼합 계수 맵(522a)을 추출하고, 제2 색도 정보(521b) 및 제2 혼합 계수 맵(522b)도 추출할 수 있다. 입력 이미지(501)는 창문을 통한 외광(Illuminant #1)과 실내 조명에 의한 내광(Illuminant #2)가 존재하는 이미지일 수 있다. 이미지 보정 장치는 제1 색도 정보(521a), 제1 혼합 계수 맵(522a), 제2 색도 정보(521b) 및 제2 혼합 계수 맵(522b)을 선형 보간함으로써, 조명 맵(530)을 획득할 수 있다. 이미지 보정 장치는 조명 맵(530)을 이용하여 입력 이미지(501)를 보정함으로써 모든 조명 효과가 보상된 완전히 화이트 밸런싱된 출력 이미지(508)를 획득할 수 있다.
- [0075] 도 6은 일 실시예에 따른 화이트 밸런싱 동작을 설명하는 흐름도이다.
- [0076] 우선, 단계(610)에서 이미지 보정 장치는 이미지를 획득할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 이미지 센

서를 통해 이미지를 촬영할 수 있다. 다른 예를 들어, 이미지 보정 장치는 통신부를 통해 외부 서버로부터 이미지를 수신할 수도 있다. 또 다른 예를 들어, 이미지 보정 장치는 메모리에 저장된 이미지를 로딩할 수도 있다.

- [0077] 그리고 단계(620)에서 이미지 보정 장치는 이미지 내 복수의 조명이 존재하는지 여부를 판별할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 이미지 내 픽셀들에 미치는 컬러 캐스트를 유발한 광원들의 색도의 종류를 식별할 수 있다.
- [0078] 이어서 단계(621)에서 이미지 보정 장치는 이미지 내 단일 광원에 의한 컬러 캐스트만 존재하는 경우에 응답하여, 다른 방식으로 화이트 밸런스를 조절할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 단일 조명을 가정한 방식으로 화이트 밸런스를 조절할 수도 있다. 다만, 이로 한정하는 것은 아니고, 이미지 보정 장치는 단일 광원인 경우에도, 도 1 내지 도 5에서 전술한 방식에 따라 화이트 밸런싱을 수행할 수도 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 도 1 내지 도 5에서 광원들 별로 획득된 부분 조명 맵의 평균 맵(예를 들어, 같은 픽셀 위치를 지시하는 조명 값들의 평균 값으로 구성된 맵)을 이미지에 적용함으로써, 단일 조명을 가정하여 화이트 밸런싱된 이미지를 출력할 수 있다. 이 경우, 이미지 보정 장치는 단계(620)를 생략할 수도 있다.
- [0079] 일 실시예에 따른 이미지 보정 장치는 식별된 광원의 개수가 2이상인 경우에 응답하여, 혼합 계수 맵의 생성을 개시할 수 있다.
- [0080] 그리고 단계(630)에서 이미지 보정 장치는 각 조명의 색도 및 해당 조명에 대한 혼합 계수 맵을 추정할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 입력 이미지에 영향을 미치는 광원 색도의 개수를 식별할 수 있다. 이미지 보정 장치는 식별된 개수로 혼합 계수 맵을 생성할 수 있다. 도 3에 도시된 예시에서 이미지 보정 장치는 조명 맵을 식별된 개수의 색도 정보 및 혼합 계수 맵으로 분해할 수 있다. 도 4에 도시된 예시에서 이미지 보정 장치는 식별된 개수에 대응하여 미리 트레이닝된 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 식별된 개수의 색도 정보 및 혼합 계수 맵을 추출할 수 있다.
- [0081] 다른 예를 들어, 이미지 보정 장치는 광원 색도의 개수를 3개로 고정 및/또는 제한할 수도 있다. 색 공간은 일반적으로 3개 차원으로 구성되므로, 3개 광원에 대해서만 색도 정보 및 혼합 계수 맵을 산출하는 것이 효과적일 수 있다.
- [0082] 이어서 단계(640)에서 이미지 보정 장치는 조명 맵을 추정할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치는 전술한 색도 정보 및 혼합 계수 맵의 곱에 기초하여 각 광원의 부분 조명 맵을 산출하고, 부분 조명 맵들을 합산하여 조명 맵을 산출할 수 있다.
- [0083] 그리고 단계(650)에서 이미지 보정 장치는 보존할 광원에 따라 색도 정보를 조절할 수 있다. 색도 정보가 조정될 경우, 일부 광원 정보를 보존하기 위한 조명 맵이 생성될 수 있다. 색도 정보가 조정되지 않은 경우, 모든 광원에 의한 컬러 캐스트를 제거하기 위한 조명 맵이 생성될 수 있다. 색도 정보의 조절은 하기 도 7에서 설명한다.
- [0084] 이어서 단계(660)에서 이미지 보정 장치는 입력 이미지에 조명 맵을 적용하여 출력 이미지를 생성할 수 있다. 색도 정보가 조정된 경우, 일부 컬러 캐스트를 보존한 출력 이미지가 생성될 수 있다. 따라서, 이미지 보정 장치는 조명별로 분리된 화이트 밸런싱을 진행할 수 있다.
- [0085] 도 7은 일 실시예에 따른 일부 광원에 의한 조명 성분을 보존하는 예시적인 동작을 설명하는 도면이다.
- [0086] 일 실시예에 따른 이미지 보정 장치는 도 7에 도시된 바와 같은 전자 장치(예를 들어, 모바일 단말)(700)로 구현될 수 있다. 다만, 이로 한정하는 것은 아니고, 전자 장치(700)는 이미지 센서를 탑재한 다양한 장치(예를 들어, 태블릿, AR(augmented reality) 글래스, 차량, 및 TV 등)으로 구현될 수 있다.
- [0087] 전자 장치(700)는 도 1 내지 도 6에서 전술한 바에 따라 생성된 화이트 밸런싱된 출력 이미지(790)를 사용자 입력(709)에 응답하여 디스플레이로 출력할 수 있다. 또한, 전자 장치(700)는 보존할 광원에 대한 선택을 제공할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(700)는 사용자 입력에 응답하여, 사용자의 취향(User's preference)에 대응하는 조명 효과에 대해서는 화이트 밸런싱을 배제하고, 나머지 조명 효과에 대해서만 선별적으로 화이트 밸런싱을 적용할 수 있다.
- [0088] 예를 들어, 전자 장치(700)는 사용자 입력에 의하여 선택된 대상 광원의 색도 정보를 유지하고, 나머지 광원의 색도 정보를 백색 정보로 변경할 수 있다. 도 4에서 전술한 바와 같이, 전자 장치(700)는 유지된 색도 정보로 대상 광원에 대한 부분 조명 맵을 산출하고, 백색 정보로 나머지 조명 맵을 산출하며, 부분 조명 맵 및 나머지

조명 맵을 합산하여 재조명 맵을 생성할 수 있다. 전자 장치(700)는 화이트 밸런싱된 출력 이미지(790)에 재조명 맵을 적용함으로써, 재조명된 이미지를 출력할 수 있다.

[0089] 도 7에서 전자 장치(700)는 사용자 입력(701)에 응답하여 제2 광원의 제2 색도 정보를 백색 정보(예를 들어, (1,1,1) 벡터)로 치환하여 생성된 재조명 맵을 출력 이미지(790)에 적용함으로써 제1 재조명된 이미지(710)를 획득할 수 있다. 다른 예를 들어, 전자 장치(700)는 사용자 입력(702)에 응답하여 제1 광원의 제1 색도 정보를 백색 정보로 치환하여 생성된 재조명 맵을 출력 이미지(790)에 적용함으로써 제2 재조명된 이미지(720)를 획득할 수 있다. 따라서 전자 장치(700)는 사용자의 선호에 따라 선택적으로 화이트 밸런싱을 수행할 수 있으며,

[0090] 또한, 다른 예를 들어, 이미지 보정 장치는 사용자 입력에 응답하여 광원들 별 색도 정보를 변경할 수 있다. 이미지 보정 장치는 복수의 광원들 중 일부 광원에 의한 컬러 캐스트의 색도를 변경할 수 있다. 전자 장치(700)는 대상 광원의 색도를 변경함으로써 일부 광원의 조명 효과의 색도를 사용자가 원하는 색도로 변경할 수도 있다. 따라서, 전자 장치(700)는 일부 조명에만 화이트 밸런싱을 선택적으로 적용함으로써, 장면의 현장감을 보장하면서 사용자의 선택에 따라 다양하게 화이트 밸런싱된 이미지를 생성할 수 있다.

[0091] 도 8 및 도 9은 일 실시예에 따른 뉴럴 네트워크의 트레이닝을 위한 트레이닝 데이터의 수집 동작을 설명하는 도면이다.

[0092] 일 실시예에 따르면 전술한 조명 맵 또는 광원 별 색도 정보와 혼합 계수 맵을 출력하기 위한 뉴럴 네트워크 모델(예를 들어, CNN, HDRnet, 및 U-net 등)을 트레이닝시키기 위한, 트레이닝 데이터 세트가 수집될 수 있다. 트레이닝 데이터 세트는 다중 조명 화이트 밸런싱을 위한, 대규모 다중 광원 데이터 세트(Large Scale Multi-Illuminant dataset, LSMI)일 수 있다. 예를 들어, 트레이닝 데이터 세트는 픽셀 레벨 참값 조명 맵(ground truth illumination map)을 가지는 다양한 장면에 대한 이미지들을 포함할 수 있다. 다른 예를 들어, 트레이닝 데이터 세트는 다양한 장면에 대한 트레이닝 이미지들 및 각 트레이닝 이미지에 대응하는 광원 별 참값 색도 정보 및 참값 혼합 계수 맵을 포함할 수 있다. 또한, 트레이닝 장치는 혼합 계수 맵의 혼합 계수 값들을 변경하여 트레이닝 데이터를 증강할 수 있다.

[0093] 일 실시예에 따르면 단일 조명으로만 구성된 장면을 촬영하고, Color Checker, Grey Card, 또는 Spider Cube 등을 이용하여 장면에 존재하는 단일 조명 효과가 알려진 화이트 밸런싱 기법을 통해 추정될 수 있다. 단일 조명 하에 획득된 화이트 밸런싱된 영상에 가상의 조명 맵을 무작위(Random)로 생성 및 적용함으로써 다중 조명(Mixed-Illumination)이 적용된 가상의 트레이닝 이미지가 획득될 수 있다.

[0094] 예시적으로 도 8에 도시된 예시에서 트레이닝 이미지(810) I_{ab} 는 광원 a 및 광원 b 둘 다 턴온된 상태에서 촬영된 이미지일 수 있다. 광원 a는 창문을 통해 들어오는 자연광, 광원 b는 실내에 설치된 전등에 의한 내부광일 수 있다. 광원 a는 제어 불가능하나, 광원 b는 제어 가능하므로, 광원 b가 턴오프된 상태에서 이미지(820) I_a 가 촬영될 수 있다. 전술한 트레이닝 이미지(810) I_{ab} 는 장면 다양성(scene diversity)을 위해 사무실, 스튜디오, 거실, 침실, 식당, 카페 등과 같은 다양한 실제 세계 장소들에서 캡처될 수 있다.

수학식 8

$$\begin{aligned} I_b &= \mathbf{r} \odot (\eta_b \ell_b) \\ &= \mathbf{r} \odot (\eta_a \ell_a + \eta_b \ell_b) - \mathbf{r} \odot (\eta_a \ell_a) \\ &= I_{ab} - I_a. \end{aligned}$$

[0095]

[0096] 광원 a가 턴오프될 수 없음에도 불구하고, 전술한 수학식 8과 같이, 트레이닝 이미지(810) I_{ab} 로부터 이미지(820) I_a 가 차감됨으로써, 광원 b 하에서의 이미지(830) I_b 가 획득될 수 있다. 각 이미지에서 장면 내 배치된 컬러 차트들(821, 831)(예를 들어, 맥베스 컬러 차트(Macbeth color chart), Color Checker, Grey Card, 또는 Spider Cube 등)를 이용하여 개별 광원의 참값 색도가 개별적으로 추정될 수 있다. 참값 혼합 계수 맵은 하기 수학식 9에 따라 추정될 수 있다.

수학식 9

$$\alpha(x) = \frac{\eta_a(x)}{\eta_a(x) + \eta_b(x)}$$

$$\approx \frac{\mathbf{I}_{a,G}(x)}{\mathbf{I}_{a,G}(x) + \mathbf{I}_{b,G}(x)}$$

[0097]

[0098]

RGB 색상계의 베이어 패턴(Bayer pattern)을 이용하는 카메라 센서 및/또는 이미지 센서는 동일 면적 내에서 G 색상을 센싱하는 소자의 개수가 많으므로, 녹색 채널의 세기 값이 밝기로 근사화될 수 있다. 전술한 수학식 9에 의해 픽셀 레벨로 개별 광원에 의한 색도가 혼합된 비율을 지시하는 참값 혼합 계수 맵이 획득될 수 있다. 예를 들어, 도 9에 도시된 바와 같이, 이미지 I_a 에 대해서는 녹색 채널 이미지(921) $I_{a,G}$ 가 획득되고, 이미지 I_b 에 대해서는 녹색 채널 이미지(931) $I_{b,G}$ 가 획득될 수 있다. 트레이닝 장치는 각 녹색 채널 이미지들(921, 931)의 녹색 값이 1이 되도록 정규화함으로써, 광원 a의 혼합 계수 맵(922) 및 광원 b의 혼합 계수 맵(932)이 획득될 수 있다. 광원 a의 색도 정보 및 혼합 계수 맵(922)의 곱에 광원 b의 색도 정보 및 혼합 계수 맵(932)의 곱이 합산되어, 참값 조명 맵(970)이 추정될 수 있다. 도 8 및 도 9에서와 같이 실제 세계에서 확보된 트레이닝 데이터 셋트는 무작위 조명 정보의 적용을 통해 증강될 수도 있다.

[0099]

트레이닝 장치는 전술한 바에 따라 획득된 트레이닝 데이터 셋트를 이용하여 뉴럴 네트워크 모델(310, 410)을 트레이닝시킬 수 있다. 가상의 트레이닝 이미지 및 해당 트레이닝 이미지를 증강하는데 사용된 참값 색도 정보 및 참값 혼합 계수 맵을 트레이닝 출력으로 하여 도 4에 설명된 뉴럴 네트워크 모델(410)을 트레이닝시킬 수 있다. 다른 예를 들어, 트레이닝 장치는 가상의 트레이닝 이미지 및 그에 대응하는 참값 조명 맵을 트레이닝 출력으로 하여 도 3에 설명된 뉴럴 네트워크 모델(310)을 트레이닝시킬 수도 있다. 트레이닝 장치는 트레이닝 이미지를 임시 뉴럴 네트워크 모델에 입력하여 출력된 임시 출력 및 트레이닝 출력(예를 들어, 참값 조명 맵, 참값 색도 정보, 및 참값 혼합 계수 맵) 간의 손실을 산출하고, 산출된 손실이 임계 손실 미만이 될 때까지 뉴럴 네트워크 모델의 파라미터를 반복적으로 업데이트할 수 있다.

[0100]

뉴럴 네트워크 모델은 예시적으로 HDRnet 및 U-넷을 포함할 수 있으며, 도 3 및 도 4에 도시된 뉴럴 네트워크 모델들이 U-넷으로 구현될 경우 높은 성능을 나타낼 수 있다.

[0101]

도 10은 일 실시예에 따른 이미지 보정 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.

[0102]

일 실시예에 따른 이미지 보정 장치(1000)는 이미지 획득부(1010), 프로세서(1020), 메모리(1030), 및 디스플레이(1040)를 포함할 수 있다.

[0103]

이미지 획득부(1010)는 입력 이미지를 획득할 수 있다. 이미지 획득부(1010)는 입력 이미지를 캡처하는 이미지 센서 및 입력 이미지를 수신하는 통신부 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0104]

프로세서(1020)는 메모리(1030)에 저장된 뉴럴 네트워크 모델을 이용하여 입력 이미지로부터 화이트 밸런싱된 이미지를 생성하거나, 재조명된 이미지를 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(1020)는 획득된 입력 이미지의 각 픽셀(pixel)에 대해 복수의 광원들(illuminants)의 색도(chromaticity)가 개별적으로(individually) 미치는(affect) 컬러 캐스트(color cast)를 나타내는 조명 값(illumination value)을 포함하는 조명 맵(illumination map)을, 뉴럴 네트워크 모델에 기초하여 획득된 입력 이미지로부터 생성할 수 있다. 프로세서(1020)는 생성된 조명 맵을 이용하여 입력 이미지로부터 적어도 일부 컬러 캐스트를 제거함으로써 출력 이미지를 생성할 수 있다. 다만, 프로세서(1020)의 동작을 이로 한정하는 것은 아니고, 도 1 내지 도 9에서 설명된 동작들을 수행할 수도 있다.

[0105]

메모리(1030)는 뉴럴 네트워크 모델을 저장할 수 있다. 메모리(1030)는 일 실시예에 따른 이미지 보정 방법을 수행하기 위해 요구되는 데이터를 임시적으로 또는 영구적으로 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(1030)는 입력 이미지, 출력 이미지, 및/또는 재조명된 이미지도 저장할 수 있다.

[0106]

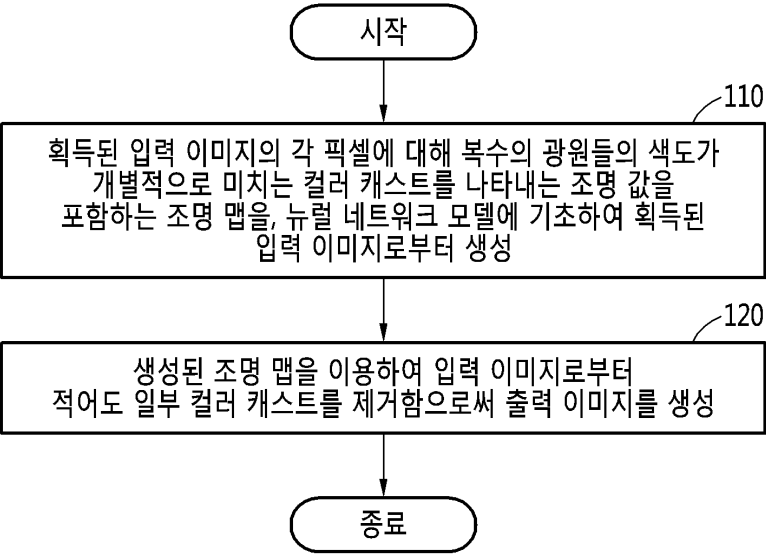
디스플레이(1040)는 생성된 출력 이미지를 표시할 수 있다. 디스플레이(1040)는 입력 이미지 및/또는 재조명된 이미지도 시각화할 수 있다.

- [0107] 일 실시예에 따른 이미지 보정 장치(1000)는 입력 이미지와 같은 크기의 조명 맵을 추정하여 이미지 내 모든 광원에 의한 조명 효과들을 선택적으로 화이트 밸런싱할 수 있다. 예를 들어, 이미지 보정 장치(1000)는 광원 별 색도 정보 및 혼합 계수 맵을 개별적으로 추정함으로써, 혼합 조명 효과를 선택적으로 보정할 수 있다. 이미지 보정 장치(1000)는 픽셀 레벨로 화이트 밸런싱이 가능한 바, 이미지의 한 픽셀에서 보상 및/또는 제거된 컬러 캐스트의 색도 및 양이 다른 픽셀에서 보상 및/또는 제거된 컬러 캐스트의 색도 및 양과 다를 수 있다.
- [0108] 이미지 보정 장치(1000)는 딥 이미지 프로세싱(Deep Image Processing), 인공지능 컴퓨팅, 및 뉴럴 프로세서(1020)를 활용한 영상 처리 장치에 적용될 수 있으며, 예시적으로 모바일 카메라, 일반 카메라, 영상 처리 서버, 모바일 단말, AR 글래스, 차량 등으로 구현될 수 있다. 이미지 보정 장치(1000)에 의해 출력되는 화이트 밸런싱된 이미지 및/또는 재조명된 이미지는 이미지 분류(Image Classification), 객체 추적(Object Tracking), 광류(Optical Flow), 깊이 추정(Depth Estimation) 등과 같이 이미지 내 특징(Feature)을 인식 및/또는 추적하는 장치에 적용될 수 있다. 화이트 밸런싱된 이미지로 인해, 조명으로 인한 객체 인식 혼란이 감소되고, 강인성(Robustness)이 개선될 수 있다.
- [0109] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 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 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0110] 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 장치에 저장될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0111] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 저장할 수 있으며 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.
- [0112] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0113] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 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.
- [0114] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한

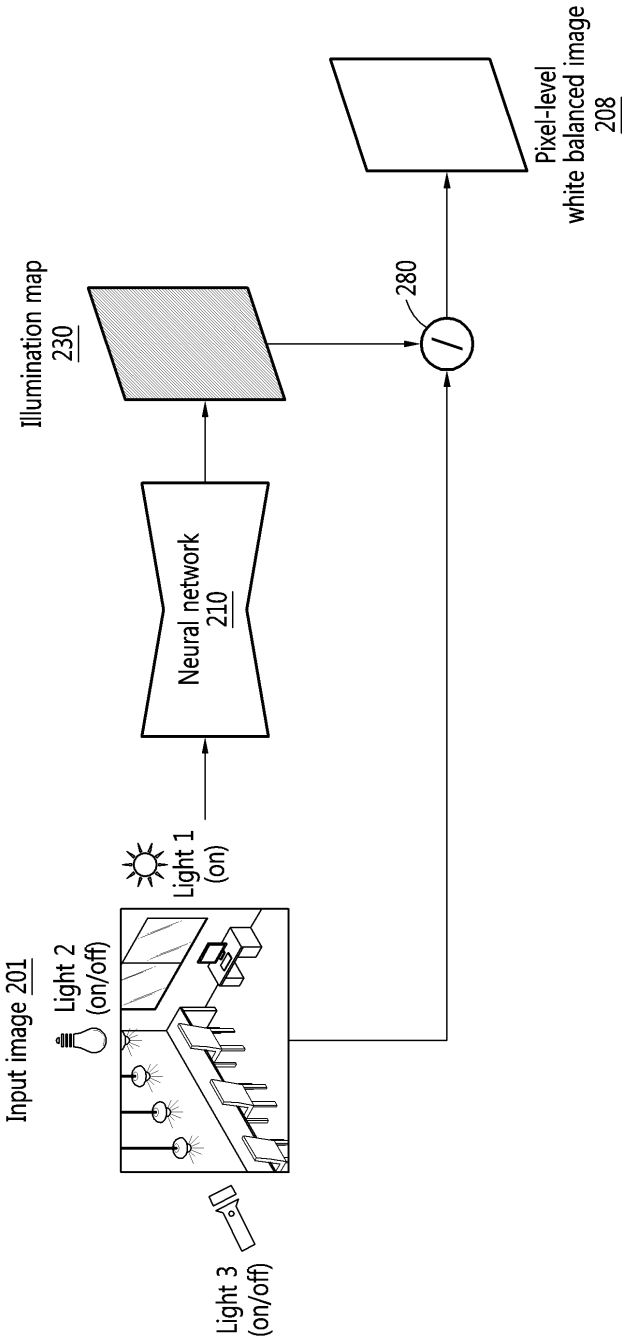
다.

도면

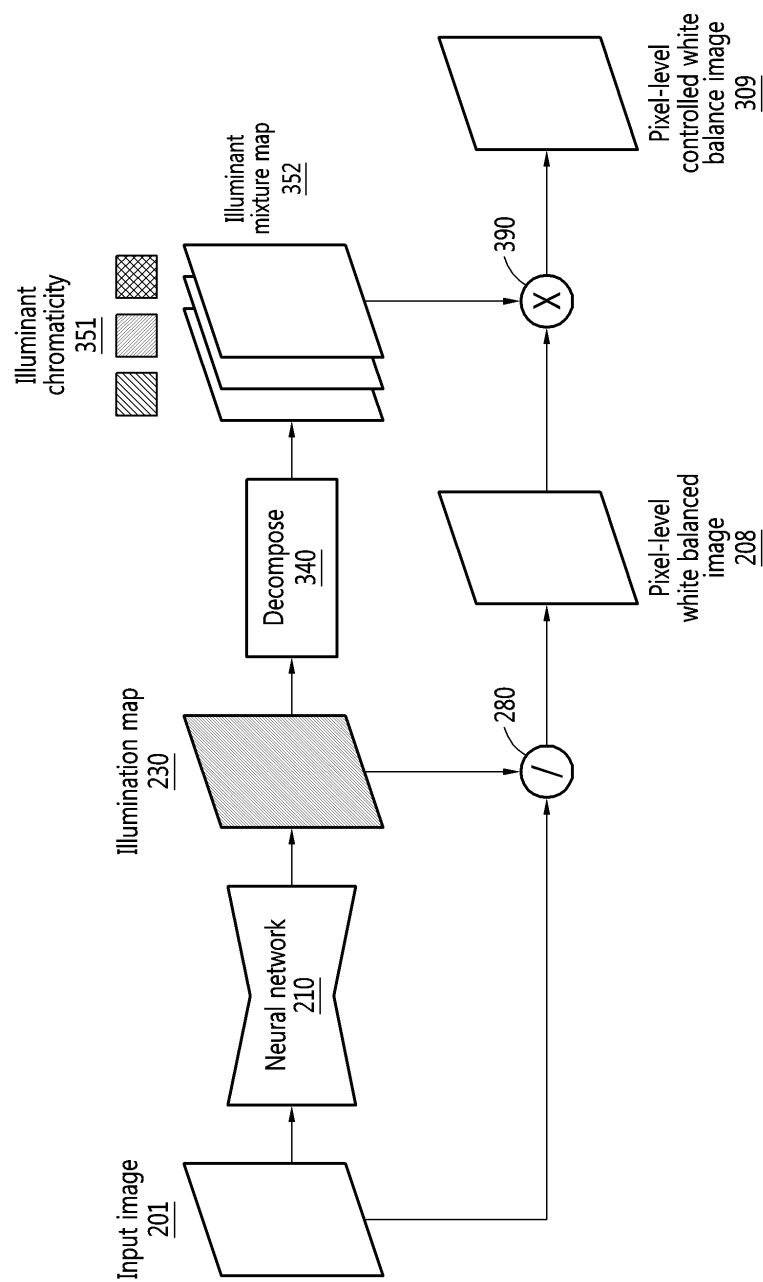
도면1



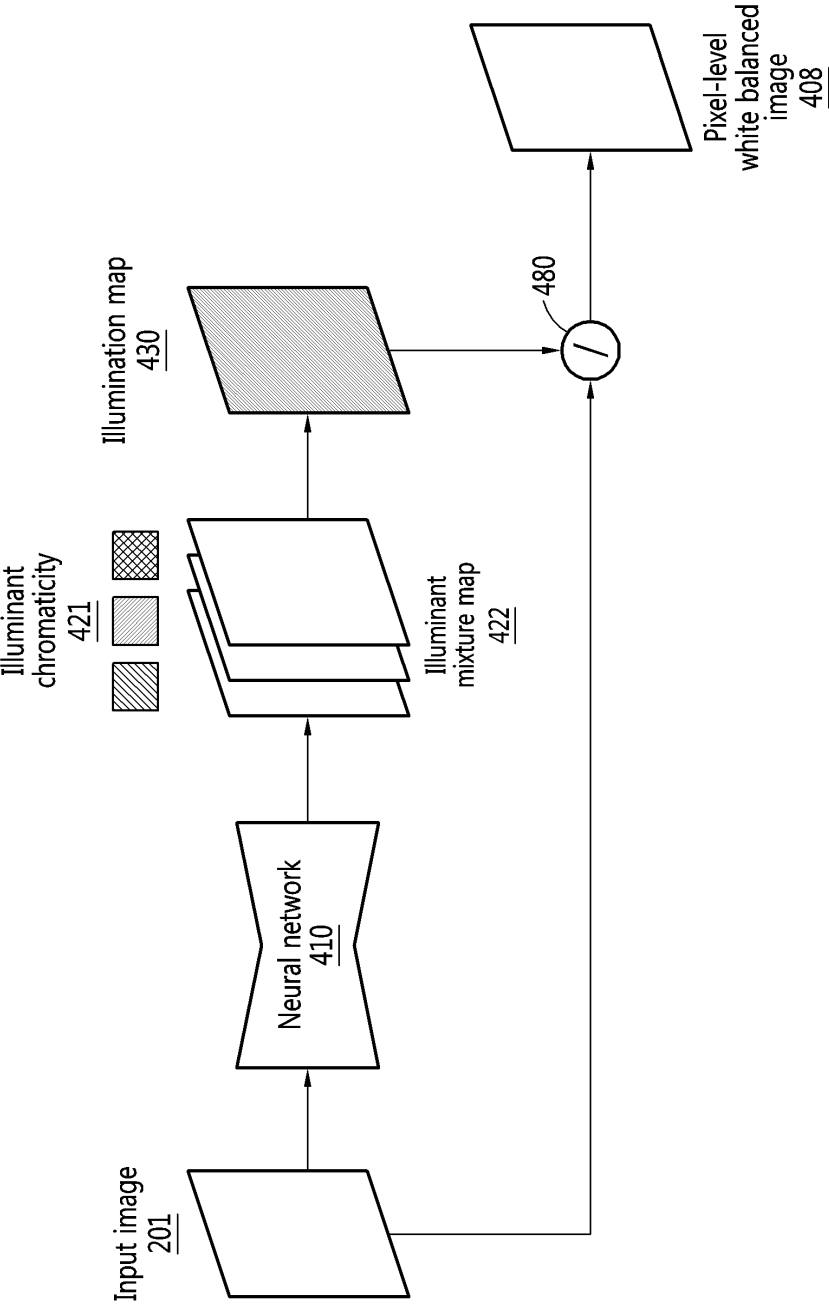
도면2



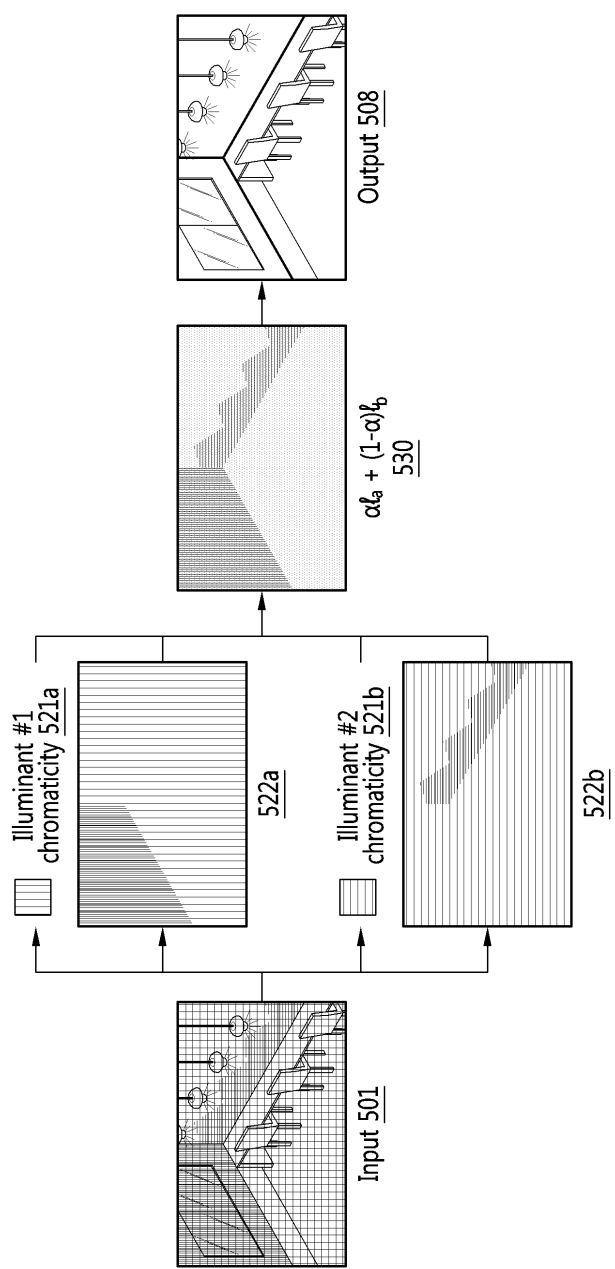
도면3



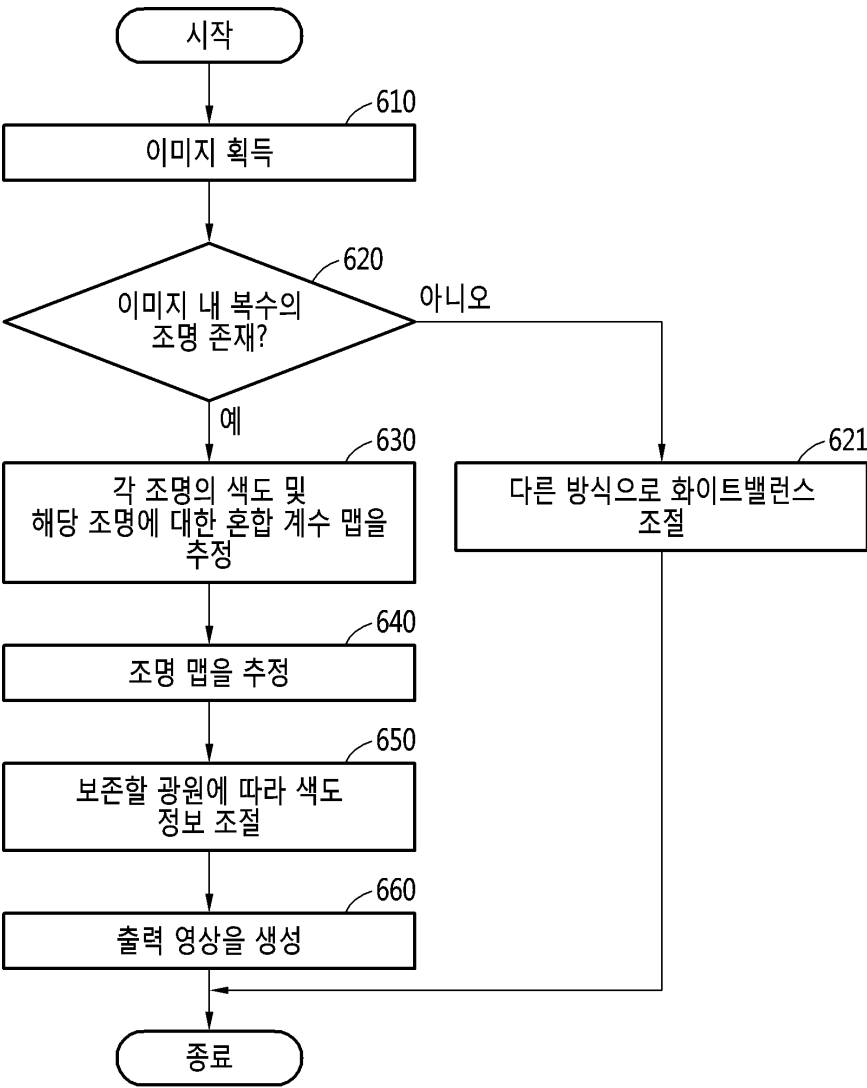
도면4



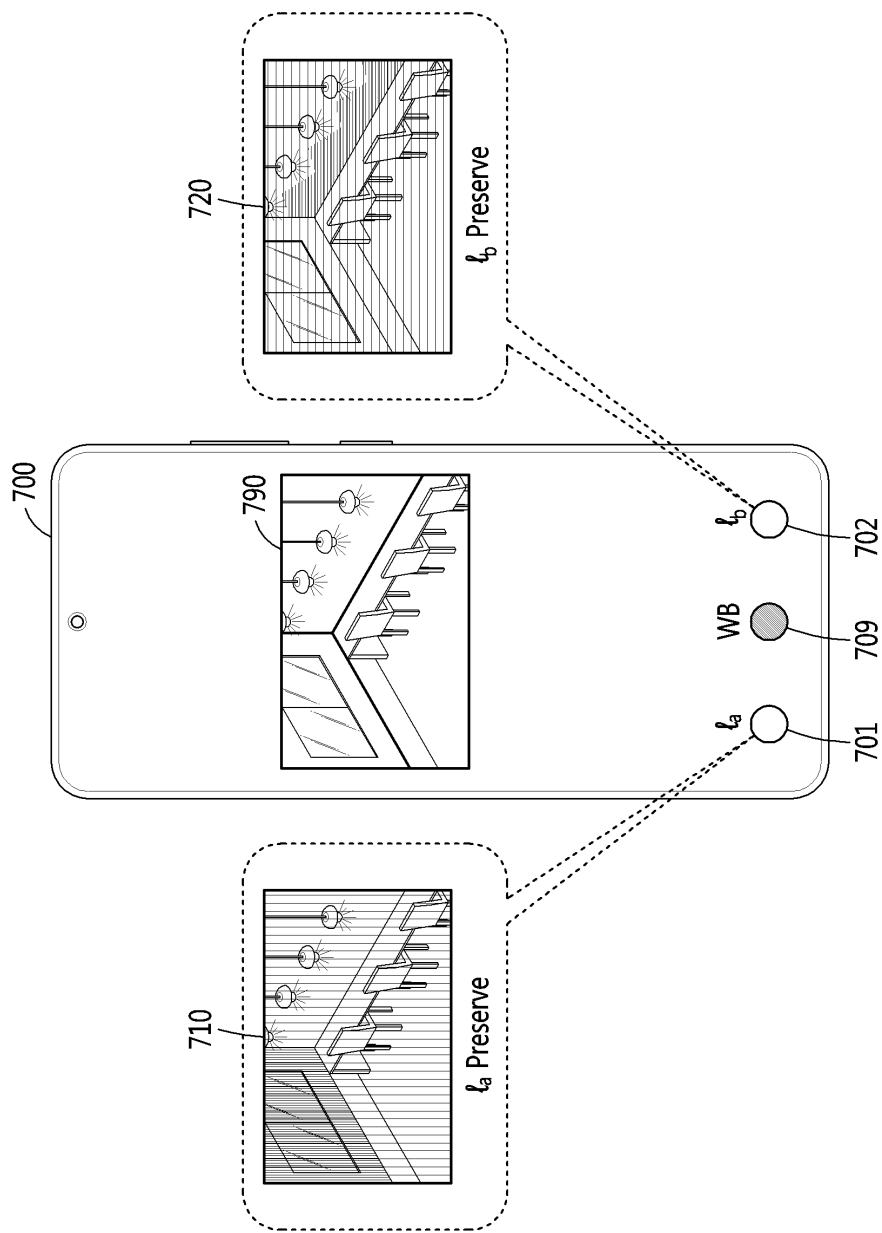
도면5



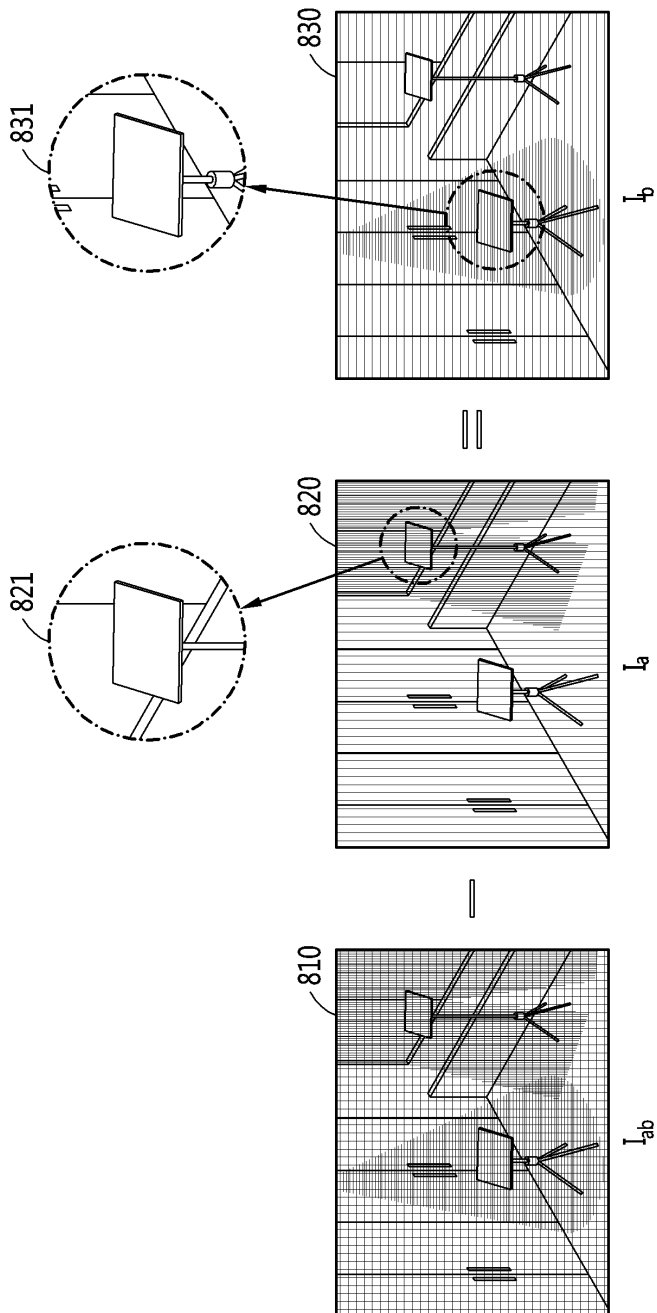
도면6



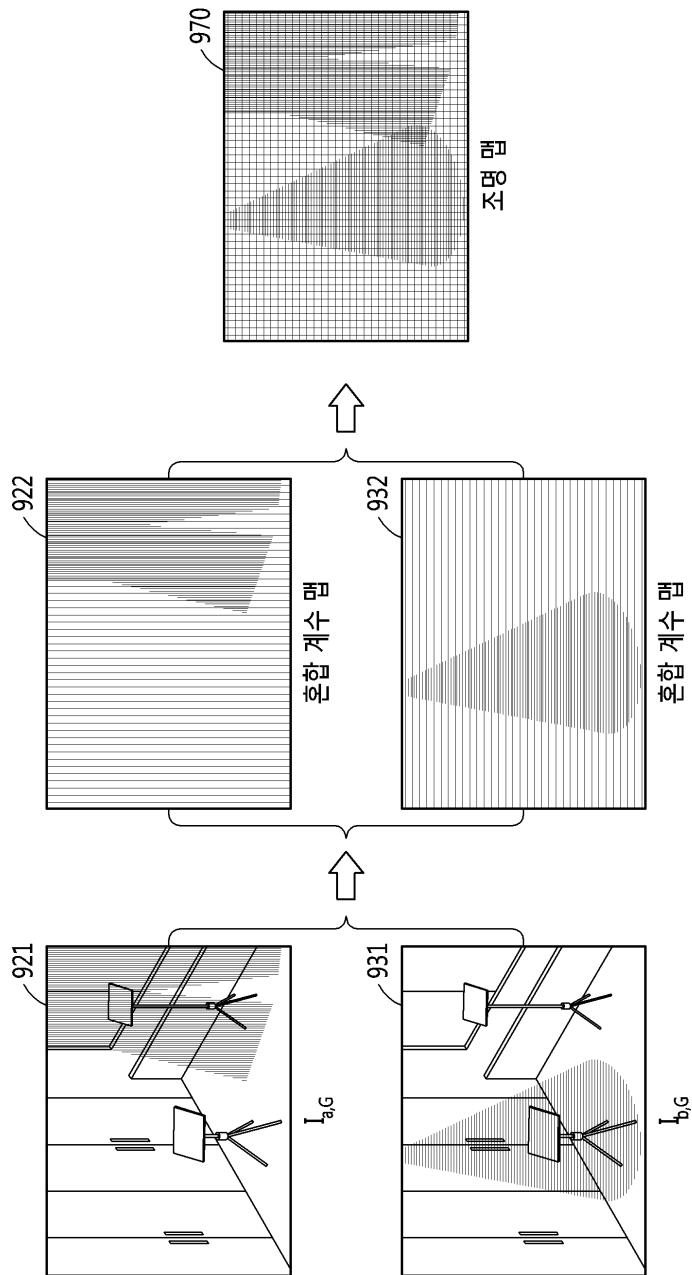
도면7



도면8



도면9



도면10

