



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월09일

(11) 등록번호 10-2465070

(24) 등록일자 2022년11월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06T 5/00 (2019.01) G06T 3/40 (2006.01)(52) CPC특허분류  
G06T 5/001 (2013.01)  
G06T 3/4007 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0070984

(22) 출원일자 2018년06월20일

심사청구일자 2021년06월21일

(65) 공개번호 10-2019-0143260

(43) 공개일자 2019년12월30일

(56) 선행기술조사문헌

JP2007034471 A\*

JP2012186776 A\*

KR1020160002517 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

유인환

인천광역시 계양구 장기로14번길 4, 302호 (장기동)

강문기

서울특별시 강남구 언주로 107, 204동 801호 (개포동, 현대2차아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 18 항

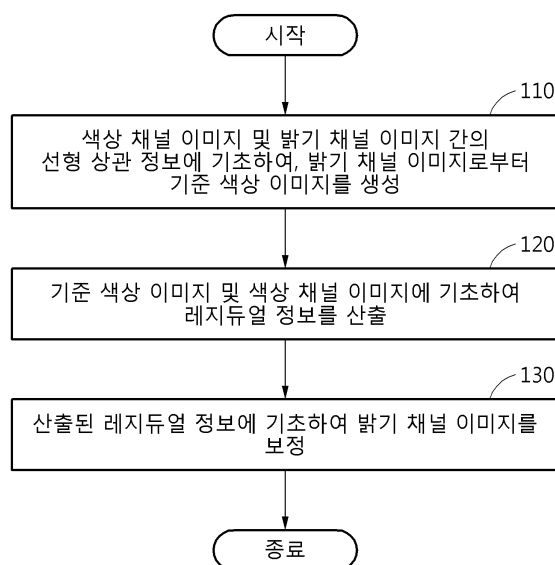
심사관 : 김광식

(54) 발명의 명칭 이미지 복원 장치 및 방법

## (57) 요약

이미지 복원 장치 및 방법이 제공된다. 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지 및 색상 채널 이미지 간의 선형 상관성에 기초하여 기준 색상 이미지를 산출할 수 있고, 기준 색상 이미지 및 색상 채널 이미지 간의 차이인 레지듀얼 정보에 기초하여 밝기 채널 이미지를 보정함으로써, 이미지를 복원할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G06T 3/4015** (2013.01)

**G06T 5/007** (2013.01)

(72) 발명자

**이기창**

경기도 수원시 장안구 송원로 131-28, 104동 1301호 (조원동, 수원광교산스위첸아파트)

**지승훈**

서울특별시 양천구 목동서로 280, 808동 1507호 (신정동, 목동신시가지아파트8단지)

---

**김민섭**

서울특별시 송파구 오금로32길 14, 106동 404호 (송파동, 송파삼성래미안아파트)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

이미지 복원 방법에 있어서,

색상 채널 이미지 및 밝기 채널 이미지 간의 선형 상관성(linear correlation)을 지시하는 선형 상관 정보(linear correlation information)에 기초하여, 상기 밝기 채널 이미지로부터 기준 색상 이미지(reference color image)를 생성하는 단계;

상기 기준 색상 이미지 및 상기 색상 채널 이미지에 기초하여 레지듀얼 정보를 산출하는 단계; 및

상기 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 보정하는 단계

를 포함하고,

상기 기준 색상 이미지를 생성하는 단계는,

상기 밝기 채널 이미지 내의 픽셀들 간 위치 차이 및 픽셀 값 차이에 기초하여 상기 색상 채널 이미지를 필터링(filtering)함으로써, 대상 색상 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 이미지 복원 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

입력 이미지를 획득하는 단계; 및

상기 입력 이미지 중 상기 색상 채널 이미지를 선택하는 단계

를 더 포함하는 이미지 복원 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 색상 채널 이미지를 선택하는 단계는,

상기 입력 이미지 중 적어도 일부 영역에 대응하는 픽셀들을 포함하는 이미지 패치(image patch)를 상기 색상 채널 이미지로 결정하는 단계

를 포함하는 이미지 복원 방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 색상 채널 이미지를 선택하는 단계는,

상기 입력 이미지 중 청색 채널 이미지를 상기 색상 채널 이미지로 선택하는 단계

를 포함하는 이미지 복원 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 밝기 채널 이미지의 픽셀 값들을 디스플레이에 지정된 최대값(maximum value)으로 압축(compress)하는 단계

를 더 포함하는 이미지 복원 방법.

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 기준 색상 이미지를 생성하는 단계는,

상기 색상 채널 이미지 및 상기 밝기 채널 이미지 간의 공분산(covariance) 및 상기 밝기 채널 이미지의 분산(variance)에 기초하여 제1 선형 상관 계수를 결정하는 단계;

상기 색상 채널 이미지의 기대값, 상기 밝기 채널 이미지의 기대값, 및 상기 제1 선형 상관 계수에 기초하여 제2 선형 상관 계수를 결정하는 단계; 및

상기 제1 선형 상관 계수 및 상기 제2 선형 상관 계수를 상기 밝기 채널 이미지에 적용하여, 상기 기준 색상 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 이미지 복원 방법.

## 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 밝기 채널 이미지의 저역 성분(low frequency component)에 기초하여 조명 정보(illuminance information)를 산출하는 단계

를 더 포함하는 이미지 복원 방법.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 밝기 채널 이미지를 보정하는 단계는,

상기 산출된 조명 정보 및 상기 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 보정하는 단계

를 포함하는 이미지 복원 방법.

## 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 조명 정보를 산출하는 단계는,

상기 밝기 채널 이미지 내의 픽셀들 간 위치 차이 및 픽셀 값 차이에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 필터링(filtering)함으로써, 대상 밝기 이미지를 생성하는 단계; 및

상기 대상 밝기 이미지를 상기 조명 정보로 결정하는 단계

를 포함하는 이미지 복원 방법.

## 청구항 11

제1항 내지 제5항 및 제7항 내지 제10항 중 어느 한 항의 방법을 수행하기 위한 명령어들을 포함하는 하나 이상의 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독 가능 저장매체.

## 청구항 12

이미지 복원 장치에 있어서,

색상 채널 이미지를 획득하는 이미지 획득부; 및

색상 채널 이미지 및 밝기 채널 이미지 간의 선형 상관성(linear correlation)을 지시하는 선형 상관 정보

(linear correlation information)에 기초하여, 상기 밝기 채널 이미지로부터 기준 색상 이미지(reference color image)를 생성하고, 상기 기준 색상 이미지 및 상기 색상 채널 이미지에 기초하여 레지듀얼 정보를 산출하며, 상기 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 보정하는 처리부

를 포함하고,

상기 처리부는,

상기 밝기 채널 이미지 내의 픽셀들 간 위치 차이 및 픽셀 값 차이에 기초하여 상기 색상 채널 이미지를 필터링(filtering)함으로써, 대상 색상 이미지를 생성하는,

이미지 복원 장치.

### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 이미지 획득부는,

입력 이미지를 획득하고,

상기 처리부는,

상기 입력 이미지 중 상기 색상 채널 이미지를 선택하는,

이미지 복원 장치.

### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 입력 이미지 중 적어도 일부 영역에 대응하는 픽셀들을 포함하는 이미지 패치를 상기 색상 채널 이미지로 결정하는,

이미지 복원 장치.

### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 입력 이미지 중 청색 채널 이미지를 상기 색상 채널 이미지로 선택하는,

이미지 복원 장치.

### 청구항 16

제12항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 밝기 채널 이미지의 픽셀 값들을 디스플레이에 지정된 최대값으로 압축하는,

이미지 복원 장치.

### 청구항 17

삭제

### 청구항 18

제12항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 색상 채널 이미지 및 상기 밝기 채널 이미지 간의 공분산 및 상기 밝기 채널 이미지의 분산에 기초하여 제 1 선형 상관 계수를 결정하고, 상기 색상 채널 이미지의 기대값, 상기 밝기 채널 이미지의 기대값, 및 상기 제1 선형 상관 계수에 기초하여 제2 선형 상관 계수를 결정하며, 상기 제1 선형 상관 계수 및 상기 제2 선형 상관 계수를 상기 밝기 채널 이미지에 적용하여, 상기 기준 색상 이미지를 생성하는,

이미지 복원 장치.

#### 청구항 19

제12항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 밝기 채널 이미지의 저역 성분에 기초하여 조명 정보를 산출하는,

이미지 복원 장치.

#### 청구항 20

제19항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 산출된 조명 정보 및 상기 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 보정하는,

이미지 복원 장치.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 이하, 이미지를 복원하는 기술이 제공된다.

#### 배경 기술

[0002] 이미지 센서가 좁은 동적 범위(narrow dynamic range)를 갖는 경우, 이미지 센서에 의해 획득한 색상 디지털 영상은 피사체의 실제 색상을 정확히 표현하지 못할 수 있다. 이미지 센서의 렌즈를 통하여 입사된 빛이 극도로 밝을 때 피사체의 원래 색상은 영상 내에서 옳게 표현되지 못한다. 특정한 파장의 빛의 세기가 이미지 센서의 각 픽셀이 감지할 수 있는 최대 값을 초과한다면, 해당 픽셀의 색상 값은 최대 색상 값으로 클리핑된다. 또한, 최대 색상 값으로 클리핑된 픽셀의 영향을 받은 주변 픽셀들도 원래의 색상을 잃어버리고 최대 색상 값에 가까운 색상 값을 가지게 된다. 이와 같이, 최대 색상 값 또는 이에 가까운 색상 값을 갖는 픽셀은 포화되었다(saturated)고 한다. 따라서 왜곡된 색상 값을 가진 포화된 픽셀은 원래의 색상 값을 정확히 표현하기 위해서 보정될 필요가 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

#### 과제의 해결 수단

[0003] 일 실시예에 따른 이미지 복원 방법은, 색상 채널 이미지 및 밝기 채널 이미지 간의 선형 상관성(linear correlation)을 지시하는 선형 상관 정보(linear correlation information)에 기초하여, 상기 밝기 채널 이미지로부터 기준 색상 이미지(reference color image)를 생성하는 단계; 상기 기준 색상 이미지 및 상기 색상 채널 이미지에 기초하여 레지듀얼 정보를 산출하는 단계; 및 상기 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 보정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0004] 이미지 복원 방법은 입력 이미지를 획득하는 단계; 및 상기 입력 이미지 중 상기 색상 채널 이미지를 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0005] 상기 색상 채널 이미지를 선택하는 단계는, 상기 입력 이미지 중 적어도 일부 영역에 대응하는 픽셀들을 포함하는 이미지 패치(image patch)를 상기 색상 채널 이미지로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0006] 상기 색상 채널 이미지를 선택하는 단계는, 상기 입력 이미지 중 청색 채널 이미지를 상기 색상 채널 이미지로 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0007] 이미지 복원 방법은 상기 밝기 채널 이미지의 픽셀 값들을 디스플레이에 지정된 최대값(maximum value)으로 압축(compress)하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 기준 색상 이미지를 추정하는 단계는, 상기 밝기 채널 이미지 내의 픽셀들 간 위치 차이 및 픽셀 값 차이에 기초하여 상기 색상 채널 이미지를 필터링(filtering)함으로써, 대상 색상 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 기준 색상 이미지를 추정하는 단계는, 상기 색상 채널 이미지 및 상기 밝기 채널 이미지 간의 공분산(covariance) 및 상기 밝기 채널 이미지의 분산(variance)에 기초하여 제1 선형 상관 계수를 결정하는 단계; 상기 색상 채널 이미지의 기대값, 상기 밝기 채널 이미지의 기대값, 및 상기 제1 선형 상관 계수에 기초하여 제2 선형 상관 계수를 결정하는 단계; 및 상기 제1 선형 상관 계수 및 상기 제2 선형 상관 계수를 상기 밝기 채널 이미지에 적용 하여, 상기 기준 색상 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 이미지 복원 방법은 상기 밝기 채널 이미지의 저역 성분(low frequency component)에 기초하여 조명 정보(illuminance information)를 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 밝기 채널 이미지를 보정하는 단계는, 상기 산출된 조명 정보 및 상기 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 보정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 조명 정보를 산출하는 단계는, 상기 밝기 채널 이미지 내의 픽셀들 간 위치 차이 및 픽셀 값 차이에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 필터링(filtering)함으로써, 대상 밝기 이미지를 생성하는 단계; 및 상기 대상 밝기 이미지를 상기 조명 정보로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따른 이미지 복원 장치는 색상 채널 이미지를 획득하는 이미지 획득부; 및 색상 채널 이미지 및 밝기 채널 이미지 간의 선형 상관성(linear correlation)을 지시하는 선형 상관 정보(linear correlation information)에 기초하여, 상기 밝기 채널 이미지로부터 기준 색상 이미지(reference color image)를 생성하고, 상기 기준 색상 이미지 및 상기 색상 채널 이미지에 기초하여 레지듀얼 정보를 산출하며, 상기 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 보정하는 처리부를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 이미지 획득부는, 입력 이미지를 획득하고, 상기 처리부는, 상기 입력 이미지 중 상기 색상 채널 이미지를 선택할 수 있다.
- [0015] 상기 처리부는, 상기 입력 이미지 중 적어도 일부 영역에 대응하는 픽셀들을 포함하는 이미지 패치를 상기 색상 채널 이미지로 결정할 수 있다.
- [0016] 상기 처리부는, 상기 입력 이미지 중 청색 채널 이미지를 상기 색상 채널 이미지로 선택할 수 있다.
- [0017] 상기 처리부는, 상기 밝기 채널 이미지의 픽셀 값들을 디스플레이에 지정된 최대값으로 압축할 수 있다.
- [0018] 상기 처리부는, 상기 밝기 채널 이미지 내의 픽셀들 간 위치 차이 및 픽셀 값 차이에 기초하여 상기 색상 채널 이미지를 필터링(filtering)함으로써, 대상 색상 이미지를 생성할 수 있다.
- [0019] 상기 처리부는, 상기 색상 채널 이미지 및 상기 밝기 채널 이미지 간의 공분산 및 상기 밝기 채널 이미지의 분산에 기초하여 제1 선형 상관 계수를 결정하고, 상기 색상 채널 이미지의 기대값, 상기 밝기 채널 이미지의 기대값, 및 상기 제1 선형 상관 계수에 기초하여 제2 선형 상관 계수를 결정하며, 상기 제1 선형 상관 계수 및 상기 제2 선형 상관 계수를 상기 밝기 채널 이미지에 적용 하여, 상기 기준 색상 이미지를 생성할 수 있다.
- [0020] 상기 처리부는, 상기 밝기 채널 이미지의 저역 성분에 기초하여 조명 정보를 산출할 수 있다.
- [0021] 상기 처리부는, 상기 산출된 조명 정보 및 상기 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 상기 밝기 채널 이미지를 보정할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 복원 방법을 설명하는 흐름도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 색상 채널 이미지들을 설명하는 도면이다.
- 도 3 내지 도 6은 일 실시예에 따른 선형 연관성 추정 및 그에 기초한 출력 밝기 이미지의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 이미지 복원 과정을 상세히 설명하는 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따라 복원된 이미지를 설명하는 도면이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 이미지 복원 장치의 구현 예시를 설명하는 도면이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른 이미지 복원 장치의 구성을 설명하는 블록도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0024] 아래 설명하는 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시예들은 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 실시예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 실시예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수 개의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0027] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 복원 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0029] 우선, 단계(110)에서 이미지 복원 장치는 색상 채널 이미지 및 밝기 채널 이미지(luminance channel image) 간의 선형 상관성(linear correlation)을 지시하는 선형 상관 정보(linear correlation information)에 기초하여, 밝기 채널 이미지로부터 기준 색상 이미지(reference color image)를 생성할 수 있다.
- [0030] 색상 채널 이미지는 임의의 한 색상에 대응하는 세기값을 가지는 픽셀들을 포함할 수 있다. 입력 이미지는 복수의 색상 채널 이미지들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 입력 이미지는 적색 채널 이미지, 녹색 채널 이미지, 및 청색 채널 이미지를 포함할 수 있다. 적색 채널 이미지는 적색에 대응하는 파장 대역의 빛이 수신된 세기를 나타낼 수 있다. 녹색 채널 이미지는 녹색에 대응하는 파장 대역의 빛이 수신된 세기를 나타낼 수 있다. 청색 채널 이미지는 청색에 대응하는 파장 대역의 빛이 수신된 세기를 나타낼 수 있다. 다만, 이는 입력 이미지가 RGB 색 공간(color space)인 경우로서, 채널을 이로 한정하는 것은 아니다. 입력 이미지는 CMYK 색 공간 또는 HSV 색 공간일 수 있고, 입력 이미지는 해당 색 공간에 대응하는 채널 이미지들을 포함할 수 있다.
- [0031] 밝기 채널 이미지는 밝기를 나타내는 세기값을 가지는 픽셀들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 밝기 채널 이미지는 YUV 색 공간에서, Y 채널에 대응하는 이미지일 수 있다.
- [0032] 선형 상관성은 색상 채널 이미지에 포함된 픽셀들의 세기값(intensity value)과 밝기 채널 이미지에 포함된 픽셀들의 세기값 간의 지역적 선형성(linearity)을 나타낼 수 있다. 선형 상관 정보는 색상 채널 이미지 및 밝기 채널 이미지 간의 선형 상관성에 기초하여 산출되는 정보로서, 예를 들어, 색상 채널 이미지의 세기 분포 특성과 유사해지도록, 밝기 채널 이미지의 세기값을 선형 변환하기 위한 정보일 수 있다. 선형 상관성 및 선형 상



관 정보는 하기 도 4에서 상세히 설명한다.

- [0033] 이미지 센서는 수신할 수 있는 빛의 최대 세기가 제한될 수 있다. 예를 들어, 이미지 센서에 의해 획득되는 이미지에 포함되는 픽셀의 세기값은 최대값(예를 들어, 255)으로 제한될 수 있다. 최대값을 가지는 픽셀은 포화된 픽셀(saturated pixel)이라고 나타낼 수 있다. 최대값 미만의 세기값을 가지는 픽셀은 불포화된 픽셀(unsaturated pixel)이라고 나타낼 수 있다. 밝기 채널 이미지는 밝기를 나타내므로, 밝기 채널 이미지는 색상 채널 이미지보다 많은 개수의 포화된 픽셀을 포함할 수 있다.
- [0034] 기준 색상 이미지는 선형 상관 정보에 기초하여, 밝기 채널 이미지로부터 생성된 이미지를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 기준 색상 이미지는 밝기 채널 이미지가 색상 채널 이미지의 선형성을 가지도록 변환된 이미지일 수 있다.
- [0035] 그리고 단계(120)에서 이미지 복원 장치는 기준 색상 이미지 및 색상 채널 이미지에 기초하여 레지듀얼 정보를 산출할 수 있다. 레지듀얼 정보는 색상 채널 이미지 및 기준 색상 이미지 간의 차이를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 색상 채널 이미지에 포함된 픽셀의 세기값으로부터 기준 색상 이미지에서 그에 대응하는 픽셀의 세기값을 차감함으로써, 레지듀얼 정보를 산출할 수 있다. 레지듀얼 정보는 색상 채널 이미지에는 존재하지만 밝기 채널 이미지에는 존재하지 않는, 포화 영역 정보를 가질 수 있다. 레지듀얼 정보는 하기 도 5 및 도 6에서 설명한다.
- [0036] 이어서 단계(130)에서 이미지 복원 장치는 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 밝기 채널 이미지를 보정할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 레지듀얼 정보를 밝기 채널 이미지에 가산함으로써, 밝기 채널 이미지를 보정할 수 있다. 레지듀얼 정보가 적용되어, 보정된 밝기 채널 이미지를 출력 밝기 이미지(output luminance image)라고 나타낼 수 있다.
- [0037] 도 2는 일 실시예에 따른 색상 채널 이미지들을 설명하는 도면이다.
- [0038] 이미지 복원 장치는 입력 이미지(210)를 획득할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 이미지 센서를 포함할 수 있고, 이미지 센서는 촬영을 통해 입력 이미지(210)를 생성할 수 있다. 다만, 이로 한정하는 것은 아니고, 이미지 복원 장치는 통신기(communicator)를 통해 입력 이미지(210)를 유선 또는 무선으로 수신할 수도 있다. 또한, 이미지 복원 장치는 메모리에 저장된 입력 이미지(210)를 로딩하여 획득할 수도 있다.
- [0039] 상술한 바와 같이, 이미지 획득에서, 디지털 신호로 받아 들일 수 있는 한계를 넘는 빛이 수신될 때, 포화 현상이 나타날 수 있다. 대비(contrast)가 강한 상황에서 밝은 영역에서 포화가 발생할 수 있다. 또한, 과도한 노출(exposure)에 의해서도 포화가 발생할 수 있다. 예를 들어, 센싱될 수 있는 최대값을 초과하는 빛이 수신될 경우, 해당 픽셀의 세기값은 최대값으로 제한될 수 있다. 포화된 픽셀이 많을수록, 이미지 내에서 객체 및 배경의 디테일(detail)이 손실될 수 있다.
- [0040] 이미지 복원 장치는 각각의 색상 채널에서 받아 들일 수 있는 빛의 파장 대역 별로 빛을 수신하여, 입력 이미지(210)로서 색상 이미지를 획득할 수 있다. 피사체 특성(예를 들어, 피사체의 색상)에 따라, 이미지 복원 장치는 색상 채널 별로 다른 에너지 양의 빛을 수신할 수 있다. 색상 채널별로 포화 현상이 발생하거나 발생하지 않을 수 있고, 포화된 픽셀의 개수가 달라질 수도 있다. 또한, 광원의 특성, 환경의 특성, 및 이미지 복원 장치에 의해 수신되는 빛의 색 온도 등에 따라, 각 채널 별로 감도에 차이가 발생할 수 있다.
- [0041] 일 실시예에 따르면, 입력 이미지(210)의 적색 채널 이미지(220), 녹색 채널 이미지(230), 및 청색 채널 이미지(240) 중 하나 이상에서 포화가 발생하지 않거나 포화된 픽셀의 개수가 적을 수 있다. 또한, 적색 채널 이미지(220), 녹색 채널 이미지(230), 및 청색 채널 이미지(240)는 다른 영역에서 포화된 픽셀을 가질 수도 있다.
- [0042] 도 2는 입력 이미지(210), 해당 입력 이미지(210)를 구성하는 적색 채널 이미지(220), 녹색 채널 이미지(230), 및 청색 채널 이미지(240)를 나타낼 수 있다. 이미지 복원 장치는 입력 이미지(210) 중 적어도 일부 영역(211)에 대응하는 픽셀들을 포함하는 이미지 패치(image patch)를 색상 채널 이미지로 결정할 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 입력 이미지(210)는 일부 영역(211)에서 배경의 디테일이 소실된 것을 나타낼 수 있다.
- [0043] 밝기 채널 이미지는 예를 들어, 적색 채널 이미지(220), 녹색 채널 이미지(230), 및 청색 채널 이미지(240)를 각각 3:6:1의 비율로 포함할 수 있다. 따라서, 녹색 채널 이미지(230)가 밝기 채널 이미지와 연관된 정도가 가장 크고, 그 다음으로 적색 채널 이미지(220)가 밝기 채널 이미지와 연관될 수 있다. 청색 채널 이미지(240)는 밝기 채널 이미지와 연관된 정도가 가장 작을 수 있다.
- [0044] 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 적색 채널 이미지(220)의 일부 영역(221) 및 녹색 채널 이미지(230)의 일

부 영역(231)에서는 포화된 픽셀로 인해 이미지의 디테일이 손실될 수 있다. 청색 채널 이미지(240)의 일부 영역(241)에서는 포화된 픽셀의 개수가 없거나 적으므로, 청색 채널 이미지(240)의 일부 영역(241)은 디테일을 보존할 수 있다.

- [0045] 도 3 내지 도 6은 일 실시예에 따른 선형 연관성 추정 및 그에 기초한 출력 밝기 이미지의 생성을 설명하는 도면이다.
- [0046] 도 3은 이미지 복원 장치가 불포화된 색상 채널 이미지의 선형성을 이용하여 밝기 채널 이미지를 복원하는 과정을 설명하는 도면이다. 도 4 내지 도 6은 실제 밝기에 대한 밝기 채널 이미지, 색상 채널 이미지, 기준 색상 이미지, 레지듀얼 정보(322), 및 출력 밝기 이미지의 픽셀 값(예를 들어, 세기 값)을 나타낼 수 있다. 도 4 내지 도 6에서 x축은 실제 밝기를 나타낼 수 있고, y축은 해당 실제 밝기에 대해 이미지 센서로부터 출력되는 픽셀 값을 나타낼 수 있다. 따라서, 도 4 내지 도 6의 그래프는 이미지 센서의 센싱 특성에 대응할 수 있다. 도 4 내지 도 6의 그래프는 각 이미지에 포함되는 픽셀의 세기값 분포와는 무관하다.
- [0047] 참고로, 아래에서는 설명의 편의를 위하여, 색상 채널 이미지가 청색 채널 이미지인 경우를 설명하였으나, 이로 한정하는 것은 아니다.
- [0048] 단계(110)에서 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(Y)(311)를 획득할 수 있다. 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(Y)(311) 및 청색 채널 이미지(B)(321) 간의 선형 연관성을 추정(312)할 수 있다. 선형 연관성은 선형 상관성이라고도 나타낼 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 도 4를 참조하면, 밝기 채널 이미지(Y)(311)의 픽셀 값(410)은 실제 밝기에 대해 최대값(max value)까지 선형적으로(linearly) 증가할 수 있다. 채널 이미지(Y)의 픽셀 값(410)은 임계(threshold)를 초과한 실제 밝기에 대해서는 포화된 값(예를 들어, 최대값인 255)을 가질 수 있다. 청색 채널 이미지(B)(321)의 픽셀 값(420)도 실제 밝기에 대해 최대값까지 선형적으로 증가할 수 있다. 청색 채널 이미지(B)(321)의 픽셀 값(420)은 임계를 초과한 실제 밝기에 대해서는 포화된 값을 가질 수 있다. 따라서, 밝기 채널 이미지(Y)(311) 및 청색 채널 이미지(B)(321)는 지역적으로 선형성을 가질 수 있다. 또한, 밝기 채널 이미지(Y)(311) 및 청색 채널 이미지(B)(321)는 임계 이하의 실제 밝기까지는 선형적으로 비례하는 세기 값을 가지므로, 밝기 채널 이미지(Y)(311) 및 청색 채널 이미지(B)(321)는 지역적으로 선형 상관성을 가질 수 있다.
- [0050] 이미지 복원 장치는 이러한 선형 상관성을 지시하는 선형 상관 정보를 추정할 수 있다. 선형 상관 정보는 밝기 채널 이미지(Y)(311)의 기울기를 조정하는 제1 선형 상관 계수 및 밝기 채널 이미지(Y)(311)의 오프셋(offset)을 조정하는 제2 선형 상관 계수를 포함할 수 있다. 제1 선형 상관 계수 및 제2 선형 상관 계수의 산출은 아래 도 7에서 설명한다.
- [0051] 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(Y)(311)에 선형 상관 정보를 적용함으로써, 기준 색상 이미지(B<sub>r</sub>)(313)를 생성할 수 있다. 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(Y)(311)에 제1 선형 상관 계수를 적용하여 기울기를 조정하고, 제2 선형 상관 계수를 적용하여 오프셋을 조정할 수 있다. 예를 들어, 밝기 채널 이미지(Y)(311)는 임계 이하의 실제 밝기까지는 청색 채널 이미지(B)(321)와 동일한 선형성(예를 들어, 동일한 기울기 및 절편)을 가지도록 선형 변환(linear transform)될 수 있다. 상술한 바와 같이, 청색 채널 이미지(B)(321)와 동일한 선형성을 가지도록 변환된 밝기 채널 이미지(Y)(311)를 기준 색상 이미지(B<sub>r</sub>)(313)라고 나타낼 수 있다.
- [0052] 도 5에 도시된 바와 같이, 기준 색상 이미지(B<sub>r</sub>)(313)의 픽셀 값(530)은 실제 밝기에 대해 불포화된 영역에서, 청색 채널 이미지(B)(321)와 동일한 기울기 및 오프셋의 픽셀 값을 가질 수 있다. 기존의 밝기 채널 이미지(Y)(311)의 픽셀 값(410)이 포화된 영역에서, 밝기 채널 이미지(Y)(311)의 픽셀 값(410)은 최대 값이지만, 기준 색상 이미지(B<sub>r</sub>)(313)의 픽셀 값(530)은 최대 값보다 작을 수 있다. 기준 색상 이미지(B<sub>r</sub>)(313)의 픽셀 값(530)은 선형 변환에 의해 청색 채널 이미지(B)(321)의 픽셀 값(420)으로부터 감소된 값일 수 있다. 기존 밝기 이미지(Y)가 포화되는 영역에서 기준 색상 이미지(B<sub>r</sub>)(313)의 픽셀 값(530)은 청색 채널 이미지(B)(321)의 픽셀 값(420)보다 작을 수 있다.
- [0053] 그리고 단계(120)에서 이미지 복원 장치는 기준 색상 이미지(B<sub>r</sub>)(313) 및 색상 채널 이미지(예를 들어, 청색 채널 이미지(B)(321))에 기초하여 레지듀얼 정보(322)를 산출할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 청색 채널 이미지(B)(321)로부터 기준 색상 이미지(B<sub>r</sub>)(313)를 차감하여, 레지듀얼 정보(322)를 산출할 수 있다.
- [0054] 도 5에 도시된 바와 같이, 레지듀얼 정보(322)는 청색 채널 이미지(B)(321)의 픽셀 값(420) 및 기준 색상 이미

지( $B_r$ )(313)의 픽셀 값(530) 간의 차이인 레지듀얼(540)을 나타낼 수 있다.

[0055] 이어서 단계(130)에서 이미지 복원 장치는 산출된 레지듀얼 정보(322)에 기초하여 밝기 채널 이미지(Y)(311)를 보정할 수 있다. 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(Y)(311)를 보정하여 출력 밝기 이미지( $Y_{out}$ )(331)를 생성할 수 있다.

[0056] 예를 들어, 도 6에 도시된 바와 같이, 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(Y)(311)의 픽셀 값에 레지듀얼(540)을 가산함으로써 출력 밝기 이미지( $Y_{out}$ )(331)의 픽셀 값(650)을 결정할 수 있다. 다만, 출력 밝기 이미지( $Y_{out}$ )의 산출을 이로 한정하는 것은 아니고, 이미지 복원 장치는 조명 정보(illuminance information)에 더 기초하여 출력 밝기 이미지( $Y_{out}$ )를 산출할 수도 있다. 조명 정보는 하기 도 7에서 설명한다.

[0057] 도 7은 일 실시예에 따른 이미지 복원 과정을 상세히 설명하는 도면이다.

[0058] 우선, 단계(701)에서 이미지 복원 장치는 입력 이미지(791)를 획득할 수 있다. 이미지 복원 장치는 입력 이미지(791) 중 색상 채널 이미지(793)를 선택할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 입력 이미지(791) 중 청색 채널 이미지를 색상 채널 이미지(793)로 선택할 수 있다. 도 7에서 설명의 편의를 위하여, 입력 이미지(791)를 RGB 색 공간에 기초한 컬러 이미지로 설명하나 이로 한정하는 것은 아니다.

[0059] 그리고 단계(702)에서 이미지 복원 장치는 변환 이미지(792)를 획득할 수 있다. 이미지 복원 장치는 입력 이미지(791)를 도메인 변환하여 변환 이미지(792)를 획득할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 색상 채널 이미지(793)를 포함하는 입력 이미지(791)로부터 밝기 채널 이미지(794)를 포함하는 변환 이미지(conversion image)(792)를 생성할 수 있다. 변환 이미지(792)는 YUV 색 공간에 기초한 이미지로서, 밝기 채널 이미지(794)(예를 들어, Y 채널에 대응함), 제1 색차 이미지(예를 들어, U 채널에 대응함), 및 제2 색차 이미지(예를 들어, V 채널에 대응함)를 포함할 수 있다. 다만, 변환 이미지(792)의 색 공간을 이로 한정하는 것은 아니다.

[0060] 상술한 바와 같이 도메인 변환을 통해, 밝기 및 색상을 분리함으로써, 이미지 복원 장치는 밝기 채널에서 포화되어 보이는 정보를 복원할 수 있고, 밝기 정보와는 독립적으로 색상의 항상성을 유지할 수 있다.

[0061] 이어서 단계(110)에서 이미지 복원 장치는 선형 상관 정보에 기초하여, 밝기 채널 이미지(794)로부터 기준 색상 이미지(796)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 단계(710)에서 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(794) 및 색상 채널 이미지(793) 간의 선형 상관 정보를 추정할 수 있고, 선형 상관 정보를 밝기 채널 이미지(794)에 적용하여 기준 색상 이미지(796)를 생성할 수 있다.

[0062] 일 실시예에 따르면, 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(794) 및 색상 채널 이미지(793) 간의 선형 상관 정보를 추정하기 위하여, 밝기 채널 이미지(794) 및 색상 채널 이미지(793)로부터 선형 영역(예를 들어, 불포화 영역)에 대응하는 세기 값을 가지는 픽셀들을 모집단으로서 선출할 수 있다. 이미지 복원 장치는 CBF(cross bilateral filter)(711)를 밝기 채널 이미지(794) 및 색상 채널 이미지(793)에 적용하여, 선형 상관 정보를 추정하기 위한 모집단을 결정할 수 있다. 따라서, 이미지 복원 장치는 밝기를 기준으로 유사한 모집단을 선정할 수 있다. CBF(711)는 아래 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

[0063] [수학적 식 1]

$$CBF[I]_p = \eta \sum_{q \in \omega_k} G_{\sigma_s}(\|p - q\|) \cdot G_{\sigma_r}(\|I_p - I_q\|) \cdot I_q$$

[0064]

[0065] 상술한 수학적 식 1에서,  $\omega_k$ 는 이미지 내의 일부 영역인 이미지 패치를 나타낼 수 있다. p는 대상이 되는 픽셀의 위치를 나타낼 수 있다. q는 상관 관계를 보려고 하는 픽셀의 위치를 나타낼 수 있다.  $G_{\sigma_s}$ 는 정규분포 함수(예를 들어, 정규화된 가우시안 함수)로서 분산은  $\sigma_s$  일 수 있다.  $G_{\sigma_r}$ 는 정규분포 함수(예를 들어, 정규화된 가우시안 함수)로서 분산은  $\sigma_r$  일 수 있다.  $\eta$ 는 상술한 수학적 식 1의 합산 결과(summation result)가 1이 되도록 결정된 정규화 상수(normalization constant)일 수 있다.  $\|p - q\|$ 는 이미지 패치 내에서 p 위치 및 q 위치 간의 벡터의 크기, 즉 거리를 나타낼 수 있다.  $I_p$ 는 p 위치에서의 세기 값,  $I_q$ 는 q 위치에서의 세기 값을 나

타낼 수 있다.  $\|I_p - I_q\|$ 는 p 위치에서의 세기 값 및 q 위치에서의 세기 값 간의 차이를 나타낼 수 있다.  $CBF[I]_p$ 는 p 위치의 픽셀의 세기 값에 대한 CBF 값을 나타낼 수 있다.

[0066] 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(794)의 저역 성분(low frequency component)에 기초하여 조명 정보(795)(illuminance information)를 산출할 수 있다. 이미지 복원 장치는 조명 정보(795)를 산출하기 위하여, 밝기 채널 이미지(794)에 CBF(711)를 적용할 수 있다. CBF(711)는 가우시안 저주파 통과 필터의 응용으로서, 커널의 중심 픽셀로부터의 거리와, 화소간 값의 차이를 반영한 필터이다. 예를 들어, CBF(711)는 픽셀 간 값의 차이가 큰 픽셀에는 작은 가중치를 부여함으로써, 모집단에 대한 기여를 배제할 수 있다. CBF(711)는 예를 들어, 저역 성분을 통과시킬 수 있다. 상술한 수학적 식 1을 밝기 채널 이미지(794)에 대해 적용할 경우 다음 수학적 식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[0067] [수학적 식 2]

$$CBF[Y]_p = \eta \sum_{q \in \omega_k} G_{\sigma_s}(\|p - q\|) \cdot G_{\sigma_r}(\|Y_p - Y_q\|) \cdot Y_q$$

[0068]

[0069] 상술한 수학적 식 2에서,  $Y_p$ 는 밝기 채널 이미지(794)에서 p위치에서의 세기 값을 나타낼 수 있고,  $Y_q$ 는 밝기 채널 이미지(794)에서 q위치에서의 세기 값을 나타낼 수 있다.  $CBF[Y]_p$ 는 밝기 채널 이미지(794)에서 p 위치의 픽셀의 세기 값에 대한 CBF 값을 나타낼 수 있다. 나머지 변수는 상술한 수학적 식 1과 동일할 수 있다.

[0070] 예를 들어, 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(794) 내의 픽셀들 간 위치 차이 및 픽셀 값 차이에 기초하여 밝기 채널 이미지(794)를 필터링(filtering)함으로써, 대상 밝기 이미지를 생성할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 상술한 수학적 식 2에 따라, 밝기 채널 이미지(794)에 대해 산출된 CBF 계수를 밝기 채널 이미지(794)에 대해 다음 수학적 식 3과 같이 적용함으로써, 대상 밝기 이미지를 생성할 수 있다.

[0071] [수학적 식 3]

$$Y' = \sum_{p \in \omega_k} CBF[Y]_p * Y_p$$

[0072]

[0073] 상술한 수학적 식 3에서  $Y'$ 는 대상 밝기 이미지를 나타낼 수 있고,  $*$ 는 컨볼루션 연산(convolution operation)을 나타낼 수 있다. 이미지 복원 장치는 대상 밝기 이미지를 조명 정보(795)로 결정할 수 있다. 여기서 이미지 복원 장치는 대상 밝기 이미지의 세기 값의 범위를 0부터 1까지로 조정된 정보를 조명 정보(795)로 결정할 수 있다. 또한, 대상 밝기 이미지는 선형 상관 정보의 추정을 위한 모집단으로서 아래에서 사용될 수 있다.

[0074] 또한, 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지(794) 내의 픽셀들 간 위치 차이 및 픽셀 값 차이에 기초하여 색상 채널 이미지(793)를 필터링(filtering)함으로써, 대상 색상 이미지를 생성할 수 있다. 대상 색상 이미지는 선형 상관 정보의 추정을 위한 모집단으로서 아래에서 사용될 수 있다.

[0075] 예를 들어, 색상 채널 이미지(793) 및 대상 색상 이미지가 청색 채널에 관한 이미지인 경우, 하기 수학적 식 4와 같이 나타낼 수 있다.

[0076] [수학적 식 4]

$$B' = \sum_{p \in \omega_k} CBF[Y]_p * B_p$$

[0077]

[0078] 상술한 수학적 식 4에서  $B'$ 는 대상 색상 이미지를 나타낼 수 있고,  $B_p$ 는 청색 채널 이미지에서 p위치의 세기 값을 나타낼 수 있다. 다만, 청색 채널 이미지로 한정하는 것은 아니고, 다른 채널 이미지에 대해서도 유사하게 CBF(711)가 적용될 수 있다.

[0079] 이미지 복원 장치는 GF(guided filter)(712)를 통해 대상 밝기 이미지 및 대상 색상 이미지로부터, 밝기 채널 및 색상 채널(예를 들어, 청색 채널) 간의 선형 상관성을 나타내는 선형 상관 정보를 추정할 수 있다. 예를 들어, 대상 밝기 이미지 및 대상 색상 이미지 간의 선형성에 관한 오차 함수는 아래 수학적 식 5와 같이 나타낼 수 있다.



[0080] [수학식 5]

$$f(a, b) = \sum_{\omega_k} (aY' + b - B')^2 + \epsilon a^2.$$

[0081]

[0082] 상술한 수학식 5에서  $f(a, b)$ 는 오차 함수를 나타낼 수 있고,  $Y'$ 은 대상 밝기 이미지에 대응하는 픽셀 값,  $B'$ 은 대상 색상 이미지에 대응하는 픽셀 값을 나타낼 수 있다.  $a$ 는 제1 선형 상관 계수를 나타낼 수 있고,  $b$ 는 제2 선형 상관 계수를 나타낼 수 있다.  $\epsilon$ 는 상수를 나타낼 수 있다.

[0083] 이미지 복원 장치는 상술한 수학식 5의 오차 함수가 최소화되도록  $a$  및  $b$ 를 산출할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 아래 수학식 6 및 수학식 7과 같이  $a$  및  $b$ 를 결정할 수 있다.

[0084] [수학식 6]

$$a = \frac{Cov(B', Y')}{Var(Y') + \epsilon}$$

[0085]

[0086] [수학식 7]

$$b = E(B') - aE(Y')$$

[0087]

[0088] 상술한 수학식 6에서  $Cov(B', Y')$ 는 대상 색상 이미지의 세기 값 및 대상 밝기 이미지의 세기 값 간의 공분산(covariance)을 나타낼 수 있고,  $Var(Y')$ 은 대상 밝기 이미지의 세기 값의 분산(variance)을 나타낼 수 있다.  $\epsilon$ 는 상수를 나타낼 수 있다. 수학식 7에서  $E(B')$ 는 대상 색상 이미지의 세기 값의 기대값으로서, 예를 들어, 평균값을 나타낼 수 있다.  $E(Y')$ 는 대상 밝기 이미지의 세기 값의 기대값으로서, 예를 들어, 평균값을 나타낼 수 있다. 다만, 상술한 수학식 5 내지 수학식 7은 대상 색상 이미지 및 대상 밝기 이미지를 기준으로 설명하였으나, 이로 한정하는 것은 아니고, 색상 채널 이미지(793) 및 밝기 채널 이미지(794)로부터 산출될 수도 있다.

[0089] 예를 들어, 이미지 복원 장치는 색상 채널 이미지(793) 및 밝기 채널 이미지(794) 간의 공분산(covariance) 및 밝기 채널 이미지(794)의 분산(variance)에 기초하여 제1 선형 상관 계수를 결정할 수 있다. 이미지 복원 장치는 색상 채널 이미지(793)의 기대값, 밝기 채널 이미지(794)의 기대값, 및 제1 선형 상관 계수에 기초하여 제2 선형 상관 계수를 결정할 수 있다.

[0090] 이후, 이미지 복원 장치는 아래 수학식 8과 같이 제1 선형 상관 계수  $a$  및 제2 선형 상관 계수  $b$ 를 밝기 채널 이미지(794)에 적용하여, 기준 색상 이미지(796)를 생성할 수 있다.

[0091] [수학식 8]

$$B_Y = aY + b.$$

[0092]

[0093] 상술한 수학식 8에서  $B_Y$ 는 청색 채널의 기준 색상 이미지(796)를 나타낼 수 있다. 이미지 복원 장치는 상술한 수학식 8에 따라 기준 색상 이미지(796)를 생성할 수 있다.

[0094] 그리고 단계(120)에서 이미지 복원 장치는 레지듀얼 정보(797)를 산출할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 색상 채널 이미지(793)로부터 기준 색상 이미지(796)를 차감함으로써 레지듀얼 정보(797)를 산출할 수 있다. 레지듀얼 정보(797)는 전대역의 피사체 특성을 가질 수 있고, 이를 통해 이미지 복원 장치는 밝기 채널에서 포화로 인해 손실된 영역만을 정확하게 보상할 수 있다.

[0095] 이어서 단계(130)에서 이미지 복원 장치는 출력 밝기 이미지(798)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 산출된 조명 정보(795) 및 산출된 레지듀얼 정보(797)에 기초하여 밝기 채널 이미지(794)를 보정할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 하기 수학식 9와 같이 출력 밝기 이미지(798)를 생성할 수 있다.

[0096] [수학식 9]

$$Y_{out} = illuminance \cdot residual + Y$$

[0097]

[0098] 상술한 수학식 9에서,  $illuminance$ 는 수학식 3에서 산출된 조명 정보(795)를 나타낼 수 있고,  $residual$ 은 단계

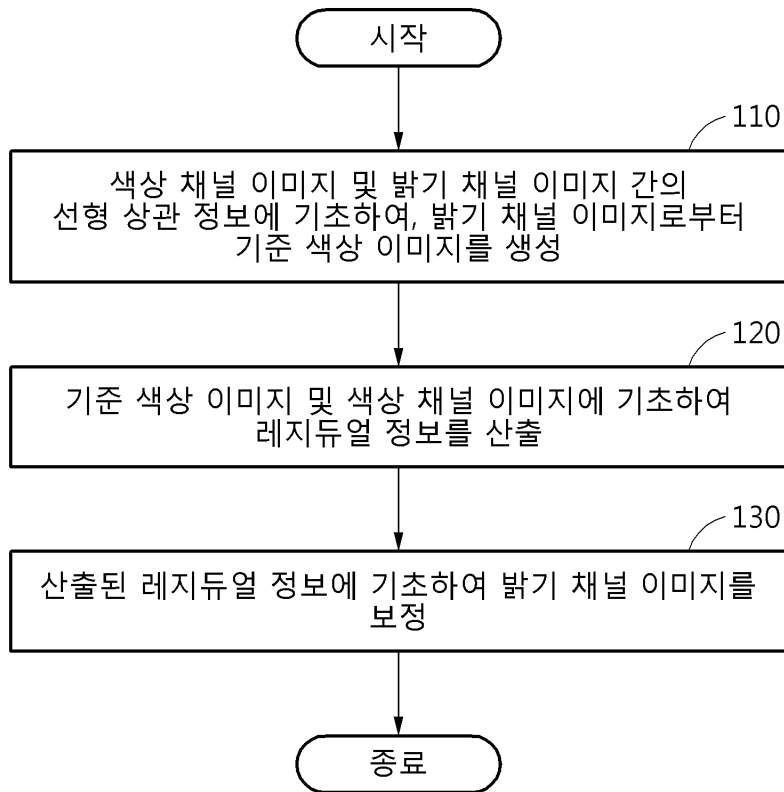
(120)에서 산출된 레지듀얼 정보(797)를 나타낼 수 있다.  $Y_{out}$ 은 출력 밝기 이미지(798)를 나타낼 수 있다.

- [0099] 그리고 단계(740)에서 이미지 복원 장치는 보정된 밝기 채널 이미지(794) 및 변환 이미지(792)의 나머지 채널 이미지들에 기초하여, 출력 이미지(799)를 결정할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 단계(130)에서 생성된 출력 밝기 이미지(798) 및 기존에 획득된 색차 이미지들(예를 들어, U 채널 및 V 채널에 대응함)로부터 다른 색 공간(예를 들어, RGB 색 공간)으로 변환함으로써 출력 이미지( $RGB_{out}$ )(799)를 생성할 수 있다.
- [0100] 다만, 도 7은 입력 이미지(791)에서 청색 채널 이미지를 이용하는 것을 기준으로 설명하였으나, 이로 한정하는 것은 아니다. 이미지 복원 장치는 적색 및 녹색 채널 이미지에 대해서도 각각 레지듀얼 정보(797)를 산출할 수 있고, 해당 레지듀얼 정보(797)를 밝기 채널 이미지(794)에 반영하여 출력 밝기 이미지(798)를 생성할 수 있다. 또한, 이미지 복원 장치는, 적색, 녹색, 및 청색 채널에 대해 각각 레지듀얼 정보(797)를 산출하여, 그 3개의 레지듀얼 정보(797)의 합산을 밝기 채널 이미지(794)에 적용하여 출력 밝기 이미지(798)를 생성할 수도 있다.
- [0101] 도 8은 일 실시예에 따라 복원된 이미지를 설명하는 도면이다.
- [0102] 도 8의 입력 이미지(810)의 이미지 패치(811)에서 일부 영역(812)에서는 픽셀 값의 포화로 인해 디테일이 손실될 수 있다. 이미지 복원 장치는 입력 이미지(810) 중 이미지 패치(811)에 대해 도 1 내지 도 7에 따른 복원 동작을 수행할 수 있다. 출력 이미지(820)의 이미지 패치(821)에서 일부 영역(822)에서는 디테일이 복원될 수 있다.
- [0103] 일 실시예에 따르면, 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지와의 연관성이 낮은 색상 채널 이미지를 이용하여 밝기 채널 이미지를 보정함으로써, 고주파 특성을 갖는 그라디언트에 의한 슈팅과 같은 아티팩트 없이 이미지를 복원할 수 있다. 따라서, 이미지 복원 장치는 포화 영역의 중주파 및 고주파 정보를 효과적으로 보상(compensate)할 수 있다.
- [0104] 도 9는 일 실시예에 따른 이미지 복원 장치의 구현 예시를 설명하는 도면이다.
- [0105] 이미지 복원 장치는 영상 획득(910), 포화 영역 복원(920), 및 이미지 인식/디스플레이(930)를 수행할 수 있다.
- [0106] 예를 들어, 영상 획득(910)에서 이미지 복원 장치는 색상 이미지를 획득할 수 있고, 색상 이미지로부터 변환 이미지를 생성할 수 있다. 포화 영역 복원(920)에서 이미지 복원 장치는 도 1 내지 도 7에서 설명한 복원 동작을 수행하여, 색상 이미지의 포화 영역을 복원할 수 있다.
- [0107] 그리고 이미지 복원 장치는 포화 영역이 복원된 출력 이미지에 기초하여, 이미지 인식을 수행할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 복원된 출력 이미지에 나타나는 객체를 식별하거나 검증할 수 있다.
- [0108] 또한, 이미지 복원 장치는 포화 영역이 복원된 출력 이미지를 디스플레이할 수 있다. 예를 들어, 이미지 복원 장치는 밝기 채널 이미지의 픽셀 값들을 디스플레이에 지정된 최대값(maximum value)(예를 들어, 255)으로 압축(compress)할 수 있고, 압축된 픽셀 값들로 출력 이미지를 디스플레이할 수 있다. 이미지 복원 장치는 출력 이미지에서 가장 큰(largest) 세기 값이 최대 값을 가지도록, 출력 이미지의 각 픽셀을 압축할 수 있다.
- [0109] 도 10은 일 실시예에 따른 이미지 복원 장치의 구성을 설명하는 블록도이다.
- [0110] 이미지 복원 장치(1000)는 이미지 획득부(1010), 처리부(1020), 및 저장부(1030)를 포함할 수 있다.
- [0111] 이미지 획득부(1010)는 색상 채널 이미지를 획득할 수 있다. 이미지 획득부(1010)는 예를 들어, RGB 색 공간의 영상을 촬영하는 이미지 센서를 포함할 수 있다. 다만, 이미지 획득부(1010)를 이로 한정하는 것은 아니고, 이미지 획득부(1010)는 통신을 통해 외부로부터 색상 채널 이미지를 획득할 수도 있다.
- [0112] 처리부(1020)는 색상 채널 이미지 및 밝기 채널 이미지 간의 선형 상관성(linear correlation)을 지시하는 선형 상관 정보(linear correlation information)에 기초하여, 밝기 채널 이미지로부터 기준 색상 이미지(reference color image)를 생성하고, 기준 색상 이미지 및 색상 채널 이미지에 기초하여 레지듀얼 정보를 산출하며, 산출된 레지듀얼 정보에 기초하여 밝기 채널 이미지를 보정할 수 있다. 다만, 처리부(1020)의 동작을 이로 한정하는 것은 아니고, 도 1 내지 도 7에서 설명한 동작을 수행할 수 있다. 또한, 도 1 내지 도 7에서 설명한 바대로 동작의 순서를 한정하는 것은 아니고, 설계에 따라 변경될 수 있다.
- [0113] 저장부(1030)는 이미지 복원 방법을 수행하기 위해 요구되는 정보를 임시적으로 또는 반영구적으로 저장할 수 있다. 예를 들어, 저장부(1030)는 이미지 복원 방법에서 임시적으로 생성되는 이미지들, 입력 이미지 및 출력 이미지 등을 저장할 수 있다.

- [0114] 일 실시예에 따른 이미지 복원 장치(1000)는 자동차의 카메라 시스템 중 블랙 박스 및 인식을 위한 영상처리에 사용될 수 있다. 또한, 이미지 복원 방법은 획득된 이미지의 후처리 및 인식 과정의 전처리에 적용될 수 있다. 더 나아가 이미지 복원 장치(1000)는 감시 카메라에서 인식을 위한 영상처리에 사용될 수 있고, 핸드폰 및 다양한 카메라에서 다이나믹레인지 확장을 위해 적용될 수 있다.
- [0115] 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 운영 체제 상에서 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.
- [0116] 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, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)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.
- [0117] 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 포함할 수 있다. 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.
- [0118] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 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.
- [0119] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

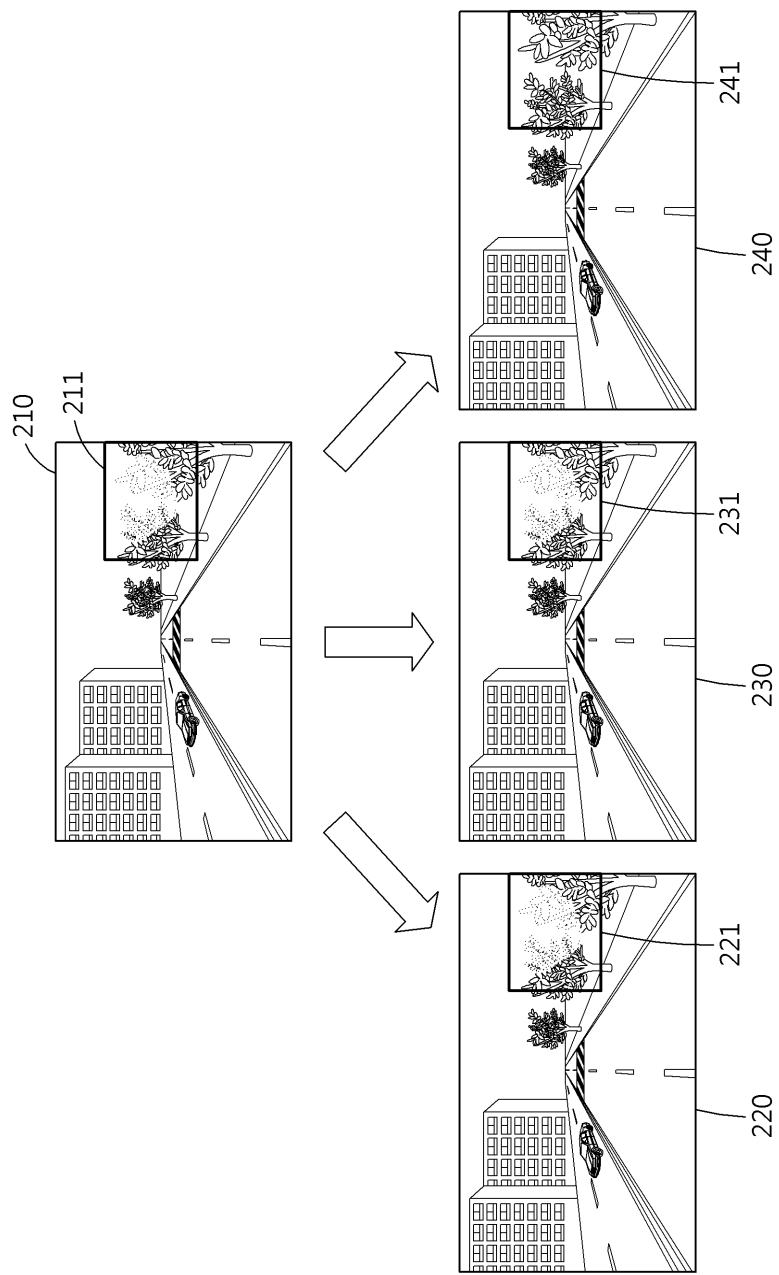
도면

도면1

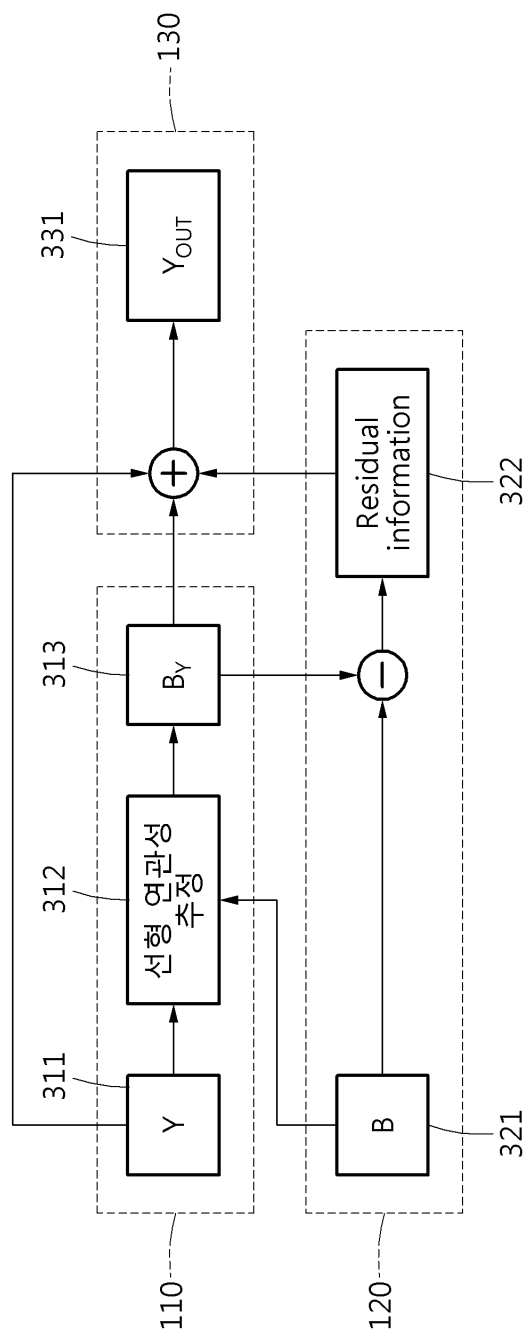




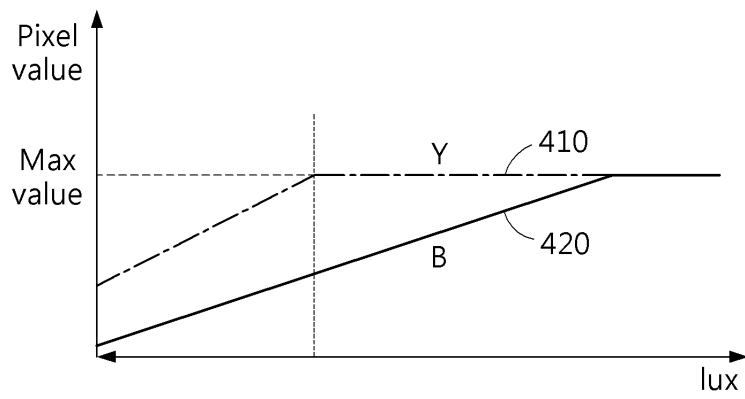
도면2



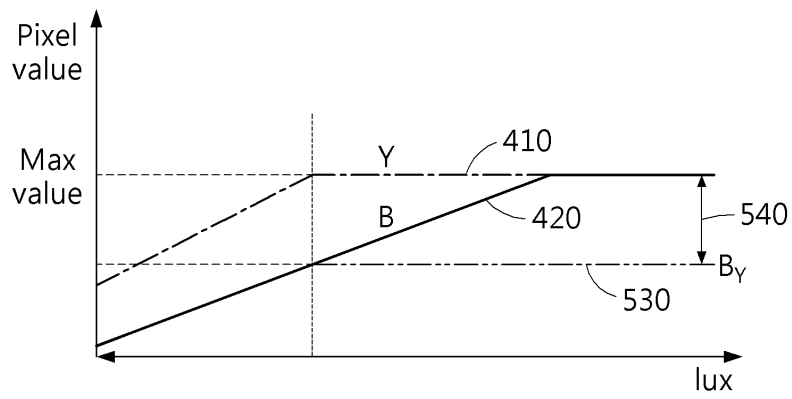
도면3



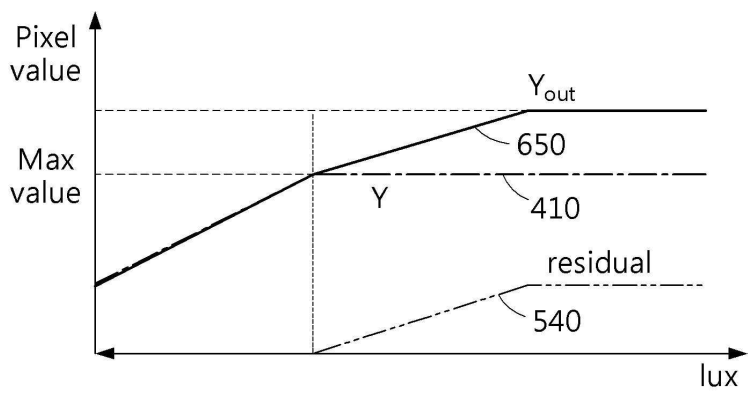
도면4



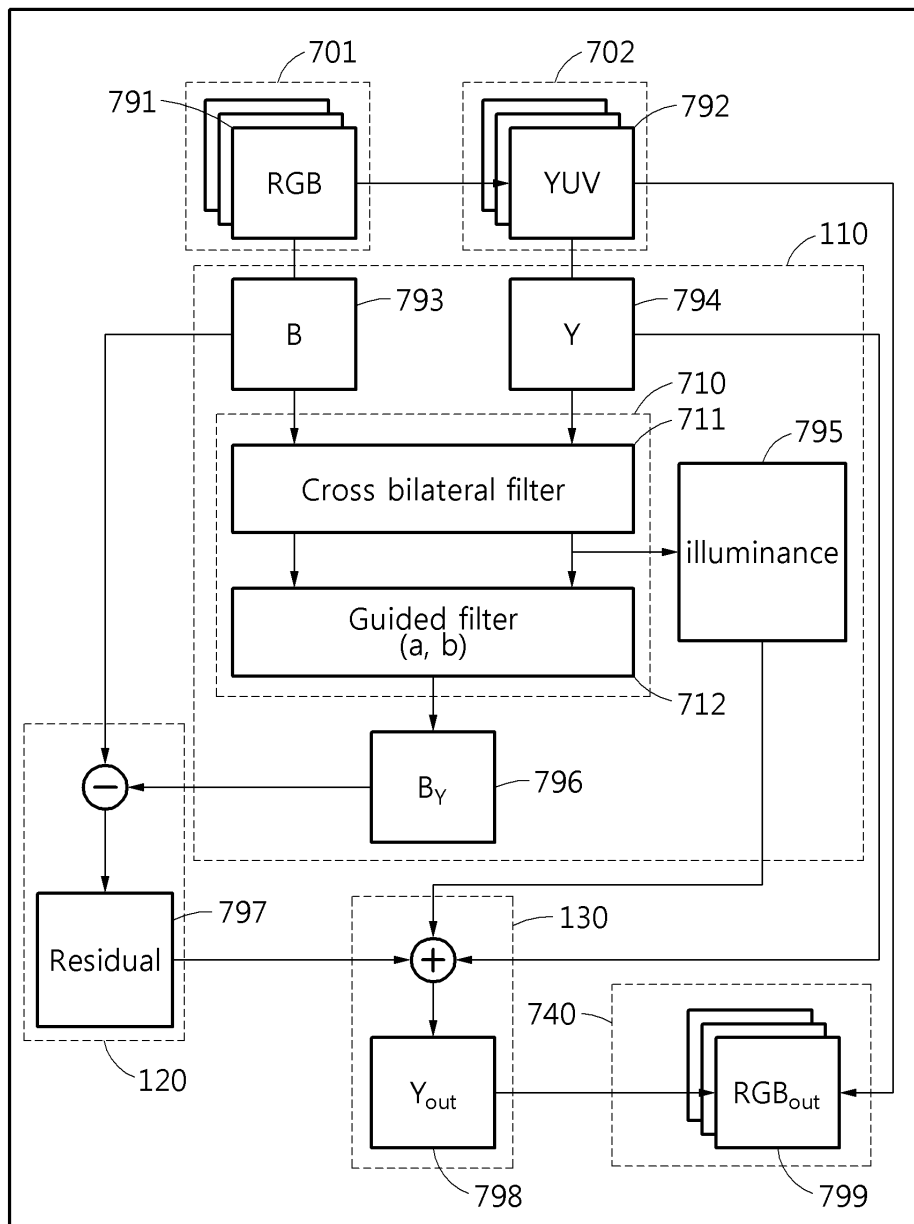
도면5



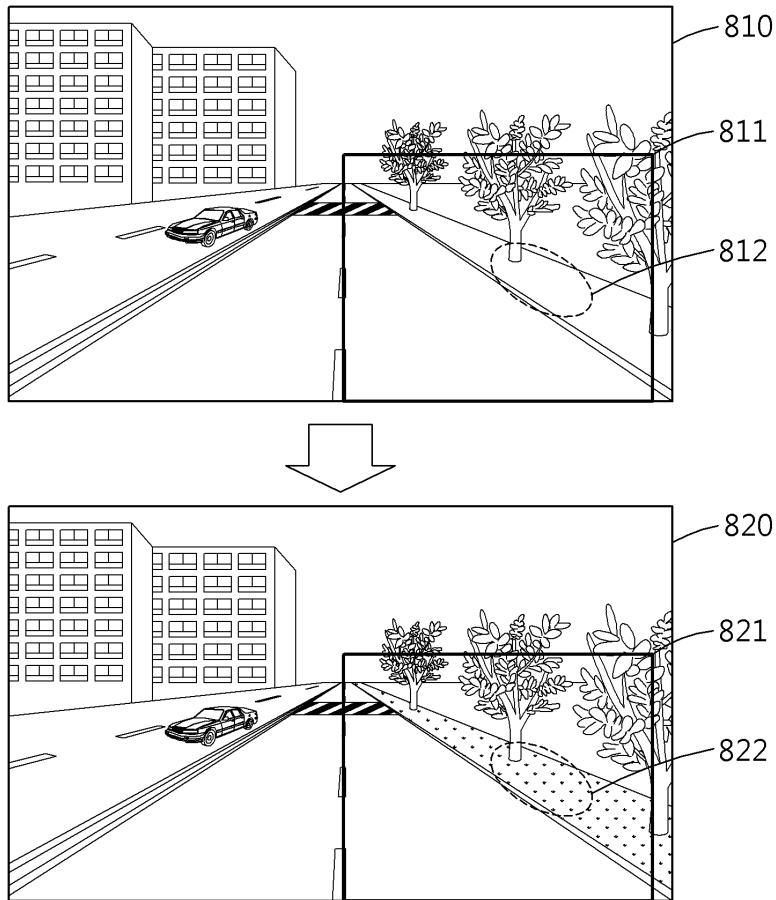
도면6



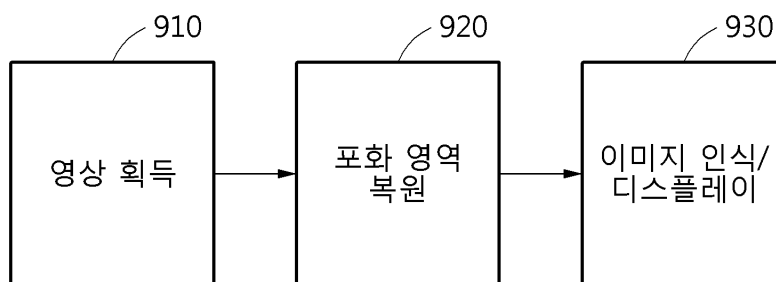
도면7



도면8



도면9



도면10

