(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0033988
(43) 공개일자 2017년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/001 (2013.01)
G06T 2207/10024 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0132025
(22) 출원일자 2015년09월18일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
박래홍
서울특별시 영등포구 당산로4길 12, 112동 1603호 (문래동3가, 문래자이)
안현진
서울특별시 노원구 광운로 86, 716호 (월계동, 카펠라오피스텔)
장동원
서울특별시 강동구 성안로 162, 1102호 (길동, 다성이즈텔)
(74) 대리인
박영우

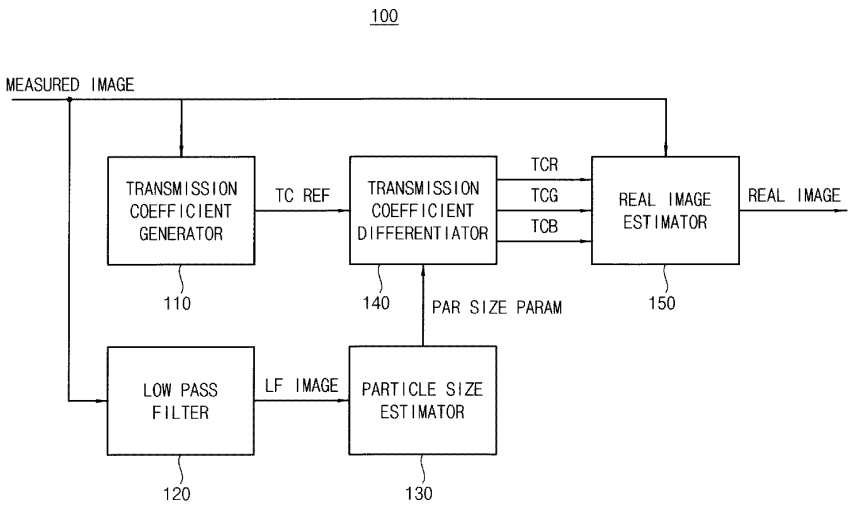
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **영상 연무 제거 장치 및 영상 연무 제거 방법**

(57) 요 약

영상 연무 제거 장치는 전달 계수 생성부, 저역 통과 필터, 입자 크기 추정부, 전달 계수 분화부 및 실제 이미지 추정부를 포함한다. 전달 계수 생성부는 측정 이미지에 기초하여 전달 계수를 생성한다. 저역 통과 필터는 측정 이미지의 저주파 성분을 저주파 이미지로서 출력한다. 입자 크기 추정부는 저주파 이미지에 기초하여 측정 이미지의 촬영 시 대기 중의 입자 크기에 상응하는 입자 크기 파라메터를 추정한다. 전달 계수 분화부는 입자 크기 파라메터에 기초하여 전달 계수를 분화하여 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 각각 상응하는 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 생성한다. 실제 이미지 추정부는 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 각각 적용하여 실제 이미지를 추정한다.

대 표 도



명 세 서

청구범위

청구항 1

측정 이미지에 기초하여 전달 계수를 생성하는 전달 계수 생성부;

상기 측정 이미지의 저주파 성분을 저주파 이미지로서 출력하는 저역 통과 필터;

상기 저주파 이미지에 기초하여 상기 측정 이미지의 촬영 시 대기 중의 입자 크기에 상응하는 입자 크기 파라메터를 추정하는 입자 크기 추정부;

상기 입자 크기 파라메터에 기초하여 상기 전달 계수를 분화하여 상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 각각 상응하는 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 생성하는 전달 계수 분화부; 및

상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 각각 적용하여 실제 이미지를 추정하는 실제 이미지 추정부를 포함하는 영상 연무 제거 장치(Image haze remover).

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 입자 크기 추정부는 상기 저주파 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수에 기초하여 상기 입자 크기 파라메터를 추정하는 영상 연무 제거 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 상관 관계 계수가 증가할수록, 상기 저주파 이미지의 R 데이터와 상기 저주파 이미지의 B 데이터 간의 유사성이 증가하고, 상기 입자 크기가 증가하고, 상기 입자 크기 파라메터가 감소하고, 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들 간의 차이가 감소하고,

상기 상관 관계 계수가 감소할수록, 상기 저주파 이미지의 R 데이터와 상기 저주파 이미지의 B 데이터 간의 유사성이 감소하고, 상기 입자 크기가 감소하고, 상기 입자 크기 파라메터가 증가하고, 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들 간의 차이가 증가하는 영상 연무 제거 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 입자 크기 파라메터가 최소값을 가지는 경우, 상기 입자 크기 추정부는 상기 입자 크기를 최대값으로 추정하고 상기 측정 이미지의 촬영 시 날씨를 안개 낀 날씨로 추정하고,

상기 입자 크기 파라메터가 최대값을 가지는 경우, 상기 입자 크기 추정부는 상기 입자 크기를 최소값으로 추정하고 상기 측정 이미지의 촬영 시 날씨를 청명한 날씨로 추정하는 영상 연무 제거 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 입자 크기 추정부는,

상기 저주파 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수를 생성하는 상관 관계 계수 생성부; 및

상기 상관 관계 계수에 기초하여 상기 입자 크기 파라메터를 생성하는 입자 크기 파라메터 생성부를 포함하는 영상 연무 제거 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 상관 관계 계수는 상기 저주파 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 피어슨(Pearson) 상관 관계 계수이고,

상기 입자 크기 파라메터 생성부는 상기 상관 관계 계수의 하이퍼볼릭 사인 함수(Hyperbolic sine function)에 기초하여 상기 입자 크기 파라메터를 추정하는 영상 연무 제거 장치.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 저역 통과 필터는 이산 웨이블릿 변환(Discrete Wavelet Transform; DWT) 또는 이산 코사인 변환(Discrete Cosine Transform; DCT)을 이용하여 상기 저주파 이미지를 출력하는 영상 연무 제거 장치.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 전달 계수는 상기 측정 이미지의 픽셀 좌표들에 상응하는 복수의 픽셀 전달 계수들을 포함하고,

상기 전달 계수 생성부는 상기 측정 이미지 중 하나의 픽셀 좌표를 포함하는 일정 범위 내에서 가장 어두운 값을 가지는 픽셀의 데이터와 상기 측정 이미지 전체로부터 추출한 대기 상수에 기초하여 상기 하나의 픽셀 좌표에 상응하는 픽셀 전달 계수를 생성하고,

상기 실제 이미지 추정부는 상기 측정 이미지의 R 데이터, 상기 측정 이미지 전체로부터 추출한 대기 상수 및 상기 제1 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 R 데이터를 추정하고,

상기 실제 이미지 추정부는 상기 측정 이미지의 G 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제2 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 G 데이터를 추정하고,

상기 실제 이미지 추정부는 상기 측정 이미지의 B 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제3 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 B 데이터를 추정하는 영상 연무 제거 장치.

청구항 9

측정 이미지에 기초하여 전달 계수를 생성하는 단계;

상기 측정 이미지의 저주파 성분을 저주파 이미지로서 출력하는 단계;

상기 저주파 이미지에 기초하여 상기 측정 이미지의 촬영 시 대기 중의 입자 크기에 상응하는 입자 크기 파라메터를 추정하는 단계;

상기 입자 크기 파라메터에 기초하여 상기 전달 계수를 분화하여 상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 각각 상응하는 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 생성하는 단계; 및

상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 각각 적용하여 실제 이미지를 추정하는 단계를 포함하는 영상 연무 제거 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 입자 크기 파라메터를 추정하는 단계는,

상기 저주파 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수를 생성하는 단계; 및

상기 상관 관계 계수에 기초하여 상기 입자 크기 파라메터를 생성하는 단계를 포함하고,

상기 실제 이미지를 추정하는 단계는,

상기 측정 이미지의 R 데이터, 상기 측정 이미지 전체로부터 추출한 대기 상수 및 상기 제1 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 R 데이터를 추정하는 단계;

상기 측정 이미지의 G 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제2 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 G

데이터를 추정하는 단계; 및

상기 측정 이미지의 B 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제3 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 B 데이터를 추정하는 단계를 포함하는 영상 연무 제거 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 영상 연무 제거 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 영상의 R 및 B 데이터 간의 상관 관계에 기초하여 실제 이미지를 복원하는 영상 연무 제거 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 영상 측정 장치(e.g. 디지털 카메라)가 실제 이미지(Real image)를 촬영할 때, 대기 중의 입자에 의해 빛의 산란(Scattering of light) 정도에 따라 측정 이미지(Measured image)에서 연무 현상(Haze phenomenon)이 발생할 수 있다. 피사체와 영상 측정 장치와의 거리, 대기 중의 입자의 크기에 따라 연무 현상의 정도는 달라질 수 있다.

[0003] 영상 측정 장치의 촬영 시 대기 중의 입자의 크기는 연무 현상의 정도에 중요한 변수이지만 측정하기 어렵기 때문에, 대기 중의 입자의 크기에 따른 연무 현상을 제거하는데 어려움이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 목적은 측정 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수를 이용하여 촬영 시 대기 중의 입자 크기를 추정하고, 추정된 입자 크기에 기초하여 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 적용하는 전달 계수들(Transmission coefficient)을 달리하여 효과적으로 측정 이미지 상의 연무 현상을 제거하는 장치를 제공하는데 있다.

[0005] 본 발명의 일 목적은 측정 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계계수를 이용하여 촬영 시 대기 중의 입자 크기를 추정하고, 추정된 입자 크기에 기초하여 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 적용하는 전달 계수들을 달리하여 효과적으로 측정 이미지 상의 연무 현상을 제거하는 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 연무 제거 장치(Image haze remover)는 전달 계수 생성부, 저역 통과 필터, 입자 크기 추정부, 전달 계수 분화부 및 실제 이미지 추정부를 포함한다. 상기 전달 계수 생성부는 측정 이미지에 기초하여 전달 계수를 생성한다. 상기 저역 통과 필터는 상기 측정 이미지의 저주파 성분을 저주파 이미지로서 출력한다. 상기 입자 크기 추정부는 상기 저주파 이미지에 기초하여 상기 측정 이미지의 촬영 시 대기 중의 입자 크기에 상응하는 입자 크기 파라메터를 추정한다. 상기 전달 계수 분화부는 상기 입자 크기 파라메터에 기초하여 상기 전달 계수를 분화하여 상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 각각 상응하는 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 생성한다. 상기 실제 이미지 추정부는 상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 각각 적용하여 실제 이미지를 추정한다.

[0007] 일 실시예에 있어서, 상기 입자 크기 추정부는 상기 저주파 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수에 기초하여 상기 입자 크기 파라메터를 추정할 수 있다.

[0008] 일 실시예에 있어서, 상기 상관 관계 계수가 증가할수록, 상기 저주파 이미지의 R 데이터와 상기 저주파 이미지의 B 데이터 간의 유사성이 증가하고, 상기 입자 크기가 증가하고, 상기 입자 크기 파라메터가 감소하고, 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들 간의 차이가 감소할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 있어서, 상기 상관 관계 계수가 감소할수록, 상기 저주파 이미지의 R 데이터와 상기 저주파 이미지의 B 데이터 간의 유사성이 감소하고, 상기 입자 크기가 감소하고, 상기 입자 크기 파라메터가 증가하고, 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들 간의 차이가 증가할 수 있다.

[0010] 일 실시예에 있어서, 상기 상관 관계 계수는 0에서 1 사이의 값을 가지고, 상기 입자 크기 파라메터는 0에서 4

사이의 값을 가질 수 있다.

[0011] 일 실시예에 있어서, 상기 입자 크기 파라메터가 최소값을 가지는 경우, 상기 입자 크기 추정부는 상기 입자 크기를 최대값으로 추정하고 상기 측정 이미지의 촬영 시 날씨를 안개 낀 날씨로 추정할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 있어서, 상기 입자 크기 파라메터가 최대값을 가지는 경우, 상기 입자 크기 추정부는 상기 입자 크기를 최소값으로 추정하고 상기 측정 이미지의 촬영 시 날씨를 청명한 날씨로 추정할 수 있다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 입자 크기 추정부는 상관 관계 계수 생성부 및 입자 크기 파라메터 생성부를 포함할 수 있다. 상기 상관 관계 계수 생성부는 상기 저주파 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수를 생성할 수 있다. 상기 입자 크기 파라메터 생성부는 상기 상관 관계 계수에 기초하여 상기 입자 크기 파라메터를 생성할 수 있다.

[0014] 일 실시예에 있어서, 상기 상관 관계 계수는 상기 저주파 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 피어슨(Pearson) 상관 관계 계수일 수 있다.

[0015] 일 실시예에 있어서, 상기 입자 크기 파라메터 생성부는 상기 상관 관계 계수의 하이퍼볼릭 사인 함수(Hyperbolic sine function)에 기초하여 상기 입자 크기 파라메터를 추정할 수 있다.

[0016] 일 실시예에 있어서, 상기 저역 통과 필터는 이산 웨이블릿 변환(Discrete Wavelet Transform; DWT)을 이용하여 상기 저주파 이미지를 출력할 수 있다.

[0017] 일 실시예에 있어서, 상기 저역 통과 필터는 이산 코사인 변환(Discrete Cosine Transform; DCT)을 이용하여 상기 저주파 이미지를 출력할 수 있다.

[0018] 일 실시예에 있어서, 상기 전달 계수는 상기 측정 이미지의 픽셀 좌표들에 상응하는 복수의 픽셀 전달 계수들을 포함하고, 상기 전달 계수 생성부는 상기 측정 이미지 중 하나의 픽셀 좌표를 포함하는 일정 범위 내의 픽셀의 데이터와 상기 측정 이미지 전체로부터 추출한 대기 상수에 기초하여 상기 하나의 픽셀 좌표에 상응하는 픽셀 전달 계수를 생성할 수 있다.

[0019] 일 실시예에 있어서, 상기 실제 이미지 추정부는 상기 측정 이미지의 R 데이터, 상기 측정 이미지 전체로부터 추출한 대기 상수 및 상기 제1 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 R 데이터를 추정할 수 있다. 상기 실제 이미지 추정부는 상기 측정 이미지의 G 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제2 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 G 데이터를 추정할 수 있다. 상기 실제 이미지 추정부는 상기 측정 이미지의 B 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제3 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 B 데이터를 추정할 수 있다.

[0020] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 연무 제거 방법은 측정 이미지에 기초하여 전달 계수를 생성하는 단계; 상기 측정 이미지의 저주파 성분을 저주파 이미지로서 출력하는 단계; 상기 저주파 이미지에 기초하여 상기 측정 이미지의 촬영 시 대기 중의 입자 크기에 상응하는 입자 크기 파라메터를 추정하는 단계; 상기 입자 크기 파라메터에 기초하여 상기 전달 계수를 분화하여 상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 각각 상응하는 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 생성하는 단계; 및 상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 각각 적용하여 실제 이미지를 추정하는 단계를 포함한다.

[0021] 일 실시예에 있어서, 상기 입자 크기 파라메터를 추정하는 단계는, 상기 저주파 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수를 생성하는 단계; 및 상기 상관 관계 계수에 기초하여 상기 입자 크기 파라메터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 일 실시예에 있어서, 상기 실제 이미지를 추정하는 단계는, 상기 측정 이미지의 R 데이터, 상기 측정 이미지 전체로부터 추출한 대기 상수 및 상기 제1 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 R 데이터를 추정하는 단계; 상기 측정 이미지의 G 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제2 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 G 데이터를 추정하는 단계; 및 상기 측정 이미지의 B 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제3 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 B 데이터를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 실시예들에 따른 영상 연무 제거 장치 및 영상 연무 제거 방법은, 측정 이미지의 R 및 B 데이터들의 상관 관계에 따라 측정 이미지만으로 영상 측정 장치의 촬영 시 대기 중의 입자의 크기를 추정하고, 추정된 입자의 크기에 따라 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 적용되는 전달 계수들을 달리하여 실제 이미지를 추정

함으로써 종래 기술에 의한 연무 제거 방법보다 탁월한 연무 제거 기능을 가진다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 연무 제거 장치를 나타내는 블록도이다.

도 2는 도 1의 영상 연무 제거 장치에 포함되는 전달 계수 생성부의 동작을 나타내는 도면이다.

도 3은 도 1의 영상 연무 제거 장치에 포함되는 저역 통과 필터의 일 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 4는 도 3의 저역 통과 필터의 동작을 나타내는 도면이다.

도 5는 도 1의 영상 연무 제거 장치에 포함되는 입자 크기 추정부를 나타내는 블록도이다.

도 6 은 안개 낀 날씨에서 측정된 이미지의 R, G, 및 B 데이터들을 나타내는 도면이다

도 7은 청명한 날씨에서 측정된 이미지의 R, G, 및 B 데이터들을 나타내는 도면이다.

도 8은 촬영 시 날씨에 따른 상기 상관 관계 계수의 경향성을 나타내는 그래프이다.

도 9는 상기 상관 관계 계수와 상기 입자 크기 파라메터의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 10은 종래 기술에 비교하여 본 발명에 따른 영상 연무 제거기의 효과를 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 연무 제거 방법을 나타내는 순서도이다.

도 12는 도 11의 순서도에 포함되는 상기 입자 크기 파라메터를 추정하는 단계를 나타내는 순서도이다.

도 13은 도 11의 순서도에 포함되는 상기 실제 이미지를 추정하는 단계를 나타내는 순서도이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 시스템 인터페이스를 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0026] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 구성요소에 대해 사용하였다.

[0027] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0028] 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 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0029] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 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.

[0030] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 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.

[0031] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면 상의 동일한 구성 요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 사용하고 동일한 구성 요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 연무 제거 장치를 나타내는 블록도이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 영상 연무 제거 장치(100)는 전달 계수 생성부(TRANSMISSION COEFFICIENT GENERATOR; 110), 저역 통과 필터(LOW PASS FILTER; 120), 입자 크기 추정부(PARTICLE SIZE ESTIMATOR; 130), 전달 계수 분화부(TRANSMISSION COEFFICIENT DIFFERENTIATOR; 140) 및 실제 이미지 추정부(REAL IMAGE ESTIMATOR; 150)를 포함한다.

[0034] 전달 계수 생성부(110)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)에 기초하여 전달 계수(TC REF)를 생성한다. 전달 계수 생성부(110)의 동작에 대하여 도 2를 참조하여 후술한다.

[0035] 저역 통과 필터(120)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 저주파 성분을 저주파 이미지(LF IMAGE)로서 출력한다. R 데이터와 B 데이터 간의 상관 관계는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 저주파 영역에서 두드러지게 나타나기 때문에, 저역 통과 필터(120)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)를 저역 통과시켜 생성한 저주파 이미지(LF IMAGE)를 입자 크기 추정부(130)에 전달한다.

[0036] 일 실시예에 있어서, 저역 통과 필터(120)는 이산 웨이블릿 변환(Discrete Wavelet Transform; DWT)을 이용하여 저주파 이미지(LF IMAGE)를 출력할 수 있다. 저역 통과 필터(120)가 이산 웨이블릿 변환을 이용하여 저주파 이미지(LF IMAGE)를 출력하는 실시예에 대하여 도 3 및 4를 참조하여 후술한다. 다른 실시예에 있어서, 저역 통과 필터(120)는 이산 코사인 변환(Discrete Cosine Transform; DCT)을 이용하여 저주파 이미지(LF IMAGE)를 출력할 수 있다. 저역 통과 필터(120)가 이산 코사인 변환을 이용하여 저주파 이미지(LF IMAGE)를 출력하는 실시예는 도 3 및 4를 참조하여 통상의 기술자가 용이하게 이해할 수 있으므로 자세한 설명은 생략한다. 또 다른 실시예에 있어서, 저역 통과 필터(120)는 이산 웨이블릿 변환(DWT) 및 이산 코사인 변환(DCT) 외의 다른 변환을 이용하여 구현될 수 있다.

[0037] 입자 크기 추정부(130)는 저주파 이미지(LF IMAGE)에 기초하여 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 촬영 시 대기 중의 입자 크기에 상응하는 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)를 추정한다. 일 실시예에 있어서, 입자 크기 추정부(130)는 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수에 기초하여 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)를 추정할 수 있다.

[0038] 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 데이터와 저주파 이미지(LF IMAGE)의 B 데이터 간의 유사성이 증가할수록 상기 상관 관계 계수가 증가한다. 또한 상기 상관 관계 계수가 증가할수록 상기 입자 크기가 증가하고, 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)가 감소한다. 다시 말하면, 상기 입자 크기와 상기 입자 크기 파라메터는 반비례 관계에 있을 수 있다. 상기 상관 관계 계수가 증가할수록 제1 내지 제3 분화 전달 계수들(TCR, TCG 및 TCB) 간의 차이가 감소한다.

[0039] 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 데이터와 저주파 이미지(LF IMAGE)의 B 데이터 간의 유사성이 감소할수록 상기 상관 관계 계수가 감소한다. 또한, 상기 상관 관계 계수가 감소할수록 상기 입자 크기가 감소하고, 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)가 증가한다. 상기 상관 관계 계수가 감소할수록 제1 내지 제3 분화 전달 계수들(TCR, TCG 및 TCB) 간의 차이가 증가한다.

[0040] 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)가 최소값을 가지는 경우, 입자 크기 추정부(130)는 상기 입자 크기를 최대값으로 추정하고 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 촬영 시 날씨를 안개 낀 날씨(FOGGY)로 추정할 수 있다. 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)가 최대값을 가지는 경우, 입자 크기 추정부(130)는 상기 입자 크기를 최소값으로 추정하고 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 촬영 시 날씨를 청명한 날씨(THIN HAZE)로 추정할 수 있다. 입자 크기 추정부(130)의 동작에 대하여 도 6 내지 9를 참조하여 후술한다.

[0041] 전달 계수 분화부(140)는 입자 크기 파라메터(TCR, TCG, 및 TCB)에 기초하여 전달 계수(TC REF)를 분화하여 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 R, G, 및 B 데이터들에 각각 상응하는 제1 내지 제3 분화 전달 계수들(TCR, TCG,

및 TCB)을 생성한다. 실제 이미지 추정부(150)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 R, G, 및 B 데이터들에 제1 내지 제3 분화 전달 계수들(TCR, TCG, 및 TCB)을 각각 적용하여 실제 이미지(REAL IMAGE)를 추정한다. 자세하게는, 실제 이미지 추정부(150)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 R 데이터, 측정 이미지(MEASURED IMAGE) 전체로부터 추출한 대기 상수 및 제1 분화 전달 계수(TCR)에 기초하여 실제 이미지(REAL IMAGE)의 R 데이터를 추정할 수 있다. 실제 이미지 추정부(150)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 G 데이터, 상기 대기 상수 및 제2 분화 전달 계수(TCG)에 기초하여 실제 이미지(REAL IMAGE)의 G 데이터를 추정할 수 있다. 실제 이미지 추정부(150)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 B 데이터, 상기 대기 상수 및 제3 분화 전달 계수(TCB)에 기초하여 실제 이미지(REAL IMAGE)의 B 데이터를 추정할 수 있다. 전달 계수 분화부(140) 및 실제 이미지 추정부(150)의 동작은 도 9를 참조하여 후술한다.

[0042] 도 2는 도 1의 영상 연무 제거 장치에 포함되는 전달 계수 생성부의 동작을 나타내는 도면이다.

[0043] 도 2를 참조하면, 전달 계수(TC REF)는 복수의 픽셀 전달 계수들을 포함한다. 상기 픽셀 전달 계수들은 각각 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 픽셀 좌표에 상응할 수 있다.

[0044] 일 실시예에 있어서, 전달 계수 생성부(110)는 제1 픽셀 좌표(a, b)를 가지는 제1 픽셀(A)을 포함하는 일정 범위(PATCH) 내에의 R, G, 및 B 데이터들과 측정 이미지(MEASURED IMAGE) 전체로부터 추출한 대기 상수에 기초하여 제1 픽셀 좌표(a, b)에 상응하는 픽셀 전달 계수를 생성할 수 있다. 자세하게는, 전단 계수 생성부(110)는 [수학식 1]에 기초하여 전달 계수(TC REF)를 생성할 수 있다.

수학식 1

[0045]
$$t(\mathbf{x}) = 1 - \min_{\mathbf{y} \in PATCH(\mathbf{x})} \left(\min_{c} \frac{I^{c}(\mathbf{y})}{A^{c}} \right), \qquad c \in \{R, G, B\}$$

[0046] x는 측정 이미지(MEASURED IMAGE) 내 픽셀의 좌표를 나타낸다. PATCH(x)는 x가 가리키는 픽셀을 포함하는 일정 범위(PATCH)를 나타낸다. y는 PATCH(x) 내부의 좌표 변수를 나타낸다. $I^{R}(y)$는 y 좌표의 R 데이터 값, $I^{G}(y)$는 y 좌표의 G 데이터 값, $I^{B}(y)$는 y 좌표의 B 데이터 값을 지칭한다. A^{R}은 측정 이미지(MEASURED IMAGE) 전체의 R 데이터들로부터 추출한 대기 상수를 지칭하고, A^{G}은 측정 이미지(MEASURED IMAGE) 전체의 G 데이터들로부터 추출한 대기 상수를 지칭하고, A^{B}은 측정 이미지(MEASURED IMAGE) 전체의 B 데이터들로부터 추출한 대기 상수를 지칭한다. 대기 상수들(A^{R}, A^{G}, 및 A^{B})은 통상의 기술자는 용이하기 알 수 있는 공지의 기술들이고, 상기 대기 상수들을 계산할 수 있는 방법은 널리 알려져 있으므로 상세한 설명은 생략한다. c는 색상 변수로서 R, G, 또는 B의 값을 가질 수 있다.

[0047] x 좌표에 상응하는 픽셀 전달 계수(t(x))는 1에서 x 좌표를 둘러싼 일정 범위(PATCH(x)) 내부의 픽셀 데이터($I^{c}(y)$)를 대기 상수(A^{c})로 나눈 값 중 최소값을 뺀 값을 가질 수 있다. 전달 계수 생성부(110)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)를 따라 x 좌표를 이동 시키면서, 모든 픽셀들에 상응하는 픽셀 전달 계수들을 계산할 수 있다. 다시 말하면, 전달 계수 생성부(110)는 전달 계수(TC REF)를 계산할 수 있다.

[0048] 다른 실시예에 있어서, 전달 계수 생성부(110)는 [수학식 1]이 아닌 다른 방법으로도 전달 계수(TC REF)를 생성할 수 있다.

[0049] 도 3은 도 1의 영상 연무 제거 장치에 포함되는 저역 통과 필터의 일 실시예를 나타내는 블록도이다.

[0050] 도 3은 저역 통과 필터(120)가 이산 웨이블릿 변환(Discrete Wavelet Transform; DWT)을 이용하여 저주파 이미지(LF IMAGE)를 출력하는 실시예를 나타낸다.

[0051] 저역 통과 필터(120)는 제1 내지 제3 내부 저역 통과 필터(ILPF1, ILPF2, 및 ILPF3), 제1 내지 제3 내부 고역 통과 필터(IHPF1, IHPF2, 및 IHPF3), 및 제1 내지 제6 다운 샘플러들(Down samplers)을 포함할 수 있다.

[0052] 제1 내부 저역 통과 필터(ILPF1)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)를 저역 필터링하여 제1 이미지(IMGL)를 생성하고, 제1 내부 고역 통과 필터(IHPF1)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)를 고역 필터링하여 제2 이미지(IMGH)를 생

성할 수 있다. 제1 다운 샘플러(121)는 제1 이미지(IMGL)를 다운 샘플링하여 제1 다운 샘플된 이미지(IMGLD)를 생성하고, 제2 다운 샘플러(122)는 제2 이미지(IMGH)를 다운 샘플링하여 제2 다운 샘플된 이미지(IMGHD)를 생성한다. 일 실시예에 있어서, 저역 통과 필터(120)는 저주파 이미지(LF IMAGE)로서 제1 다운 샘플된 이미지(IMGLD)를 출력할 수 있다.

[0053] 제2 내부 저역 통과 필터(ILPF2)는 제1 다운 샘플된 이미지(IMGLD)를 저역 필터링하여 제3 이미지(IMGLL)를 생성하고, 제2 내부 고역 통과 필터(IHPF2)는 제1 다운 샘플된 이미지(IMGLD)를 고역 필터링하여 제4 이미지(IMGLH)를 생성할 수 있다. 제3 다운 샘플러(123)는 제3 이미지(IMGLL)를 다운 샘플링하여 제3 다운 샘플된 이미지(IMGLLD)를 생성하고, 제4 다운 샘플러(124)는 제4 이미지(IMGLH)를 다운 샘플링하여 제4 다운 샘플된 이미지(IMGLHD)를 생성한다. 제3 내부 저역 통과 필터(ILPF3)는 제2 다운 샘플된 이미지(IMGHD)를 저역 필터링하여 제5 이미지(IMGHL)를 생성하고, 제3 내부 고역 통과 필터(IHPF3)는 제2 다운 샘플된 이미지(IMGHD)를 고역 필터링하여 제6 이미지(IMGHH)를 생성할 수 있다. 제5 다운 샘플러(125)는 제5 이미지(IMGHL)를 다운 샘플링하여 제5 다운 샘플된 이미지(IMGHLD)를 생성하고, 제6 다운 샘플러(126)는 제6 이미지(IMGHH)를 다운 샘플링하여 제6 다운 샘플된 이미지(IMGHHD)를 생성한다. 일 실시예에 있어서, 저역 통과 필터(120)는 저주파 이미지(LF IMAGE)로서 제3 다운 샘플된 이미지(IMGLLD)를 출력할 수 있다.

[0054] 도 4는 도 3의 저역 통과 필터의 동작을 나타내는 도면이다.

[0055] 도 4를 참조하면, 저역 통과 필터(120)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)를 이산 웨이블릿 변환(DWT)하여 제3 다운 샘플된 이미지(IMGLLD)를 생성할 수 있다.

[0056] 도 5는 도 1의 영상 연무 제거 장치에 포함되는 입자 크기 추정부를 나타내는 블록도이다.

[0057] 도 5를 참조하면, 입자 크기 추정부(130)는 상관 관계 계수 생성부(CORRELATION COEFFICIENT GENERATOR; 131) 및 입자 크기 파라메터 생성부(PARTICLE SIZE GENERATOR; 132)를 포함할 수 있다.

[0058] 상관 관계 계수 생성부(131)는 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수(COR COEF)를 생성할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상관 관계 계수(COR COEF)는 [수학식 2]에 따르는 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 및 B 데이터들 간의 피어슨(Pearson) 상관 관계 계수일 수 있다.

수학식 2

[0059]
$$\rho(R,B)=\frac{E[(R-\mu_R)(B-\mu_B)]}{\sigma_R\sigma_B}$$

[0060] $\rho(R, B)$는 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 및 B 데이터들 간의 피어슨 상관 관계를 나타낸다. R은 저주파 이미지(LF IMAGE)의 픽셀들의 R 데이터를 나타내는 확률 변수(Random variable)이고, B는 저주파 이미지(LF IMAGE)의 픽셀들의 B 데이터를 나타내는 확률 변수이다. μ_R은 R의 평균값, μ_B는 B의 평균값, σ_R은 R의 표준 편차, σ_B는 B의 표준 편차를 의미한다.

[0061] 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 데이터와 저주파 이미지(LF IMAGE)의 B 데이터 간의 유사성이 증가할수록 상관 관계 계수(COR COEF)가 증가한다. 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 데이터와 저주파 이미지(LF IMAGE)의 B 데이터 간의 유사성이 감소할수록 상관 관계 계수(COR COEF)가 감소한다.

[0062] 일 실시예에 있어서, 상관 관계 계수(COR COEF)는 0에서 1 사이의 값을 가지고, 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)는 0에서 4 사이의 값을 가질 수 있다. 상관 관계 계수(COR COEF)가 0의 값을 가지는 경우 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)는 4의 값을 가질 수 있다. 상관 관계 계수(COR COEF)가 1의 값을 가지는 경우 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)는 0의 값을 가질 수 있다.

[0063] 입자 크기 파라메터 생성부(132)는 상관 관계 계수(COR COEF)에 기초하여 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)를 생성할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 입자 크기 파라메터 생성부(132)는 [수학식 3]에 따라 상관 관계 계수(COR COEF)의 하이퍼볼릭 사인 함수(Hyperbolic sine function)에 기초하여 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)를 추정할 수 있다.

수학식 3

[0064] $$\gamma = -\frac{2e^{\alpha\left(\left|\rho(R,B)\right|-0.5\right)} - 2e^{-\alpha\left(\left|\rho(R,B)\right|-0.5\right)}}{e^{0.5\alpha} - e^{-0.5\alpha}} + 2$$

[0065] γ는 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)를 나타내고, ρ(R, B)는 [수학식 2]의 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 및 B 데이터들 간의 피어슨 상관 관계를 나타낸다. α는 통상 4의 값을 가진다. [수학식 3]의 관계는 실험적으로 얻어진 것이다.

[0066] 도 6 은 안개 낀 날씨에서 측정된 이미지의 R, G, 및 B 데이터들을 나타내는 도면이다

[0067] 도 6을 참조하면, 통상적으로 x 좌표에 상응하는 측정 이미지(I(x))와 x 좌표에 상응하는 실제 이미지(J(x))의 관계는 [수학식 4]와 같이 나타내어진다.

수학식 4

[0068] $$I(\mathbf{x}) = t(\mathbf{x})J(\mathbf{x}) + (1 - t(\mathbf{x}))A$$

[0069] A는 측정 이미지(MEASURED IMAGE) 전체에서 계산되는 대기 상수를 의미한다. 좌표 x에 상응하는 관계 계수 t(x)는 실제 이미지(J(x))에서 들어오는 광량과 대기 상수(A)로 표현되는 대기에 의해 산란되어 들어오는 광량의 혼합비를 나타낸다.

[0070] 관계 계수(t(x))는 [수학식 5]에 따라 산란 계수(β) 및 피사체와 영상 촬영 장치 간의 거리(d(x))의 함수로 나타낼 수 있다.

수학식 5

[0071] $$t(\mathbf{x}) = e^{-\beta \cdot d(\mathbf{x})}$$

[0072] 여기서 산란 계수(β)는 레일리 법칙에 의해 파장(λ)과 입자 크기 파라메터(γ)로서 [수학식 6]과 같이 모델링 될 수 있다.

수학식 6

[0073] $$\beta \propto \frac{1}{\lambda^{\gamma}}$$

[0074] 입자 크기 파라메터(γ)는 0에서 4 사이의 값을 가질 수 있다. 입자 크기 파라메터(γ)는 상기 입자의 크기와 반비례 관계일 수 있다. 상기 입자의 크기가 커져서 입자 크기 파라메터(γ)가 0에 가까워질수록 산란 계수(β)는 파장(λ)에 무관해진다.

[0075] 도 6은 입자 크기 파라메터(γ)가 0에 가까운 안개 낀 날씨에 촬영한 측정 이미지(RGB FOGGY)를 나타낸다. 안개 낀 날씨의 경우, 비교적 크기가 큰 물방울이 산란에 주요하게 작용하여 입자 크기 파라메터(γ)가 0에 가까운 값을 가지게 된다. 이 경우, 산란 계수(β)는 파장(λ)에 거의 무관해진다.

[0076] 측정 이미지(RGB FOGGY)는 측정 이미지(RGB FOGGY)의 R 데이터(R FOGGY), 측정 이미지(RGB FOGGY)의 G 데이터(G FOGGY), 및 측정 이미지(RGB FOGGY)의 B 데이터(B FOGGY)로 분리될 수 있다. R 데이터(R FOGGY), G 데이터

(G FOGGY), 및 B 데이터(B FOGGY)의 명암 대비(Contrast)가 유사한 것을 알 수 있다.

[0077] 도 7은 청명한 날씨에서 측정된 이미지의 R, G, 및 B 데이터들을 나타내는 도면이다.

[0078] 도 7은 입자 크기 파라메터(γ)가 4에 가까운 청명한 날씨에 촬영한 측정 이미지(RGB THIN HAZE)를 나타낸다. 청명한 날씨의 경우, 비교적 크기가 작은 먼지 입자들이 산란에 주요하게 작용하여 입자 크기 파라메터(γ)가 4에 가까운 값을 가지게 된다. 이 경우, 산란 계수(β)는 파장(λ)의 네 제곱에 반비례하게 된다. 적색 광(R)의 파장(λ_R)은 700(nm), 녹색 광(G)의 파장(λ_G)은 520(nm), 청색 광(B)의 파장(λ_B)은 440(nm)로 가정한다.

[0079] 측정 이미지(RGB THIN HAZE)는 측정 이미지(RGB THIN HAZE)의 R 데이터(R THIN HAZE), 측정 이미지(RGB THIN HAZE)의 G 데이터(G THIN HAZE), 및 측정 이미지(RGB THIN HAZE)의 B 데이터(B THIN HAZE)로 분리될 수 있다. R 데이터(R THIN HAZE), G 데이터(G THIN HAZE), 및 B 데이터(B THIN HAZE)의 명암 대비(Contrast)가 확연히 상이한 것을 알 수 있다. 적색 광의 파장과 청색 광의 파장의 차이가 가장 크기 때문에, R 데이터(R THIN HAZE)와 B 데이터(B THIN HAZE)의 차이가 가장 큰 것을 알 수 있다.

[0080] 도 8은 촬영 시 날씨에 따른 상기 상관 관계 계수의 경향성을 나타내는 그래프이다.

[0081] 도 8을 참조하면, 안개 낀 날씨의 경우 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수(COR COEF; $\rho(R, B)$)는 1에 가까운 값을 가지고, 청명한 날씨의 경우 상관 관계 계수(COR COEF)는 0 에서 1 사이의 값을 고르게 가진다.

[0082] 도 9는 상기 상관 관계 계수와 상기 입자 크기 파라메터의 관계를 나타내는 그래프이다.

[0083] 도 6 내지 8을 참조하면, 입자 크기 추정부(130)는 역으로 R 데이터(R THIN HAZE)와 B 데이터(B THIN HAZE)의 유사성을 나타내는 저주파 이미지(LF IMAGE)의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수(COR COEF; $\rho(R, B)$)로부터 [수학식 3]에 따라 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)를 추정할 수 있다.

[0084] 전달 계수 분화부(140)는 입자 크기 파라메터(TCR, TCG, 및 TCB)에 기초하여 전달 계수(TC REF)를 분화하여 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 R, G, 및 B 데이터들에 각각 상응하는 제1 내지 제3 분화 전달 계수들(TCR, TCG, 및 TCB)을 생성한다. 일 실시예에 있어서, 전달 계수 분화부(140)는 [수학식 7]에 따라 제1 내지 제3 분화 전달 계수들(TCR, TCG, 및 TCB)을 생성할 수 있다.

수학식 7

[0085]

$$t_R(x) = e^{-\beta_R \cdot d(x)} = e^{-\frac{\alpha}{\lambda_R^{\gamma}} d(x)} = e^{-\frac{\alpha}{\lambda_G^{\gamma}} d(x) \left(\frac{\lambda_G}{\lambda_R}\right)^{\gamma}} = \left(t_G(x)\right)^{\left(\frac{\lambda_G}{\lambda_R}\right)^{\gamma}}$$

$$t_G(x) = e^{-\beta_G \cdot d(x)} = e^{-\frac{\alpha}{\lambda_G^{\gamma}} d(x)}$$

$$t_B(x) = e^{-\beta_B \cdot d(x)} = e^{-\frac{\alpha}{\lambda_B^{\gamma}} d(x)} = e^{-\frac{\alpha}{\lambda_G^{\gamma}} d(x) \left(\frac{\lambda_G}{\lambda_B}\right)^{\gamma}} = \left(t_G(x)\right)^{\left(\frac{\lambda_G}{\lambda_B}\right)^{\gamma}}$$

[0086] 전달 계수 분화부(140)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 G 데이터에 상응하는 제2 분화 전달 계수(TCG; $t_G(x)$)로서 전달 계수(TC REF)를 출력할 수 있다. 전달 계수 분화부(140)는 [수학식 6]에 따라 입자 크기 파라메터(γ)에 기초하여 제2 분화 전달 계수(TCG; $t_G(x)$)를 수정하여 제1 분화 전달 계수(TCR; $t_R(x)$)로서 출력할 수 있다. 전달 계수 분화부(140)는 [수학식 6]에 따라 입자 크기 파라메터(γ)에 기초하여 제2 분화 전달 계수(TCG; $t_G(x)$)를 수정하여 제3 분화 전달 계수(TCB; $t_B(x)$)로서 출력할 수 있다.

[0087] 실제 이미지 추정부(150)는 [수학식 8]에 따라 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 R, G, 및 B 데이터들에 제1 내지 제3 분화 전달 계수들(TCR, TCG, 및 TCB)을 각각 적용하여 실제 이미지(REAL IMAGE)를 추정할 수 있다.

수학식 8

$$J_c(\mathbf{x}) = \frac{I_c(\mathbf{x}) - A_c}{t_c(\mathbf{x})} + A_c, \quad c \in \{r, g, b\}$$

[0088]

[0089] 실제 이미지 추정부(150)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 R 데이터($I_R(x)$), 측정 이미지(MEASURED IMAGE)로부터 추출한 R 대기 상수(A_R) 및 제1 분화 전달 계수(TCR; $t_R(x)$)에 기초하여 실제 이미지(REAL IMAGE)의 R 데이터($J_R(x)$)를 추정할 수 있다. 실제 이미지 추정부(150)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 G 데이터($I_G(x)$), G 대기 상수(A_G) 및 제2 분화 전달 계수(TCG; $t_G(x)$)에 기초하여 실제 이미지(REAL IMAGE)의 G 데이터($J_G(x)$)를 추정할 수 있다. 실제 이미지 추정부(150)는 측정 이미지(MEASURED IMAGE)의 B 데이터($I_B(x)$), B 대기 상수(A_B) 및 제3 분화 전달 계수(TCG; $t_B(x)$)에 기초하여 실제 이미지(REAL IMAGE)의 B 데이터($J_B(x)$)를 추정할 수 있다.

[0090] 상관 관계 계수(COR COEF)가 증가할수록 상기 입자 크기가 증가하고, 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)가 감소하고, 제1 내지 제3 분화 전달 계수들(TCR, TCG, 및 TCB) 간의 차이가 감소할 수 있다. 반대로, 상관 관계 계수(COR COEF)가 감소할수록 상기 입자 크기가 감소하고, 입자 크기 파라메터(PAR SIZE PARAM)가 증가하고, 제1 내지 제3 분화 전달 계수들(TCR, TCG, 및 TCB) 간의 차이가 증가할 수 있다.

[0091] 도 10은 종래 기술에 비교하여 본 발명에 따른 영상 연무 제거기의 효과를 나타내는 도면이다.

[0092] 도 10을 참조하면, 제1 이미지들(REAL IMAGES BY CONV METHOD)은 종래 기술을 이용하여 측정 이미지들(MEASURED IMAGES)로부터 연무를 제거한 이미지들이다. 제2 이미지들(REAL IMAGES BY THIS INVENTION)은 본 발명에 따라 측정 이미지들(MEASURE IMAGES)로부터 연무를 제거한 이미지들이다. 제1 이미지들(REAL IMAGES BY CONV METHOD)에서보다 제2 이미지들(REAL IMAGES BY THIS INVENTION)에서 연무가 비교적 많이 제거되었음을 알 수 있다.

[0093] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 연무 제거 방법을 나타내는 순서도이다.

[0094] 도 11을 참조하면, 영상 연무 제거 방법은 측정 이미지에 기초하여 전달 계수를 생성하는 단계(단계 S110); 상기 측정 이미지의 저주파 성분을 저주파 이미지로서 출력하는 단계(단계 S120); 상기 저주파 이미지에 기초하여 상기 측정 이미지의 촬영 시 대기 중의 입자 크기에 상응하는 입자 크기 파라메터를 추정하는 단계(단계 S130); 상기 입자 크기 파라메터에 기초하여 상기 전달 계수를 분화하여 상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 각각 상응하는 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 생성하는 단계(단계 S140); 및 상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 각각 적용하여 실제 이미지를 추정하는 단계(단계 S150)를 포함한다. 상기 단계들(S110 내지 S150)은 도 1 내지 10을 참조하여 이해할 수 있으므로 자세한 설명은 생략한다.

[0095] 도 12는 도 11의 순서도에 포함되는 상기 입자 크기 파라메터를 추정하는 단계를 나타내는 순서도이다.

[0096] 도 12를 참조하면, 상기 입자 크기 파라메터를 추정하는 단계(S130)는, 상기 저주파 이미지의 R 및 B 데이터들 간의 상관 관계 계수를 생성하는 단계(S131); 및 상기 상관 관계 계수에 기초하여 상기 입자 크기 파라메터를 생성하는 단계(S132)를 포함할 수 있다. 상기 단계들(S131 및 S132)은 도 6 내지 9를 참조하여 이해할 수 있으므로 자세한 설명은 생략한다.

[0097] 도 13은 도 11의 순서도에 포함되는 상기 실제 이미지를 추정하는 단계를 나타내는 순서도이다.

[0098] 도 13을 참조하면, 상기 실제 이미지를 추정하는 단계(S150)는, 상기 측정 이미지의 R 데이터, 상기 측정 이미지 전체로부터 추출한 대기 상수 및 상기 제1 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 R 데이터를 추정하는 단계(S151); 상기 측정 이미지의 G 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제2 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 G 데이터를 추정하는 단계(S152); 및 상기 측정 이미지의 B 데이터, 상기 대기 상수 및 상기 제3 분화 전달 계수에 기초하여 상기 실제 이미지의 B 데이터를 추정하는 단계(S153)를 포함할 수 있다. 상기 단계들(S151, S152, 및 S153)은 도 9를 참조하여 이해할 수 있으므로 자세한 설명은 생략한다.

[0099] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 시스템을 나타내는 블록도이다.

[0100] 도 14를 참조하면, 컴퓨팅 시스템(200)은 이미지 센서(210), 프로세서(220) 및 저장 장치(STORAGE DEVICE)(230)를 포함한다.

[0101] 이미지 센서(210)는 입사광에 상응하는 디지털 신호를 생성한다. 저장 장치(230)는 상기 디지털 신호를 저장한다. 프로세서(220)는 이미지 센서(210) 및 저장 장치(230)의 동작을 제어한다.

[0102] 컴퓨팅 시스템(200)은 메모리 장치(MEMORY DEVICE)(240), 입출력 장치(250) 및 전원 장치(260)를 더 포함할 수 있다. 또한, 도 14에는 도시되지 않았지만, 컴퓨팅 시스템(200)은 비디오 카드, 사운드 카드, 메모리 카드, USB 장치 등과 통신하거나, 또는 다른 전자 기기들과 통신할 수 있는 포트(port)들을 더 포함할 수 있다.

[0103] 프로세서(220)는 특정 계산들 또는 태스크(task)들을 수행할 수 있다. 실시예에 따라서, 프로세서(220)는 마이크로프로세서 (microprocessor), 중앙 처리 장치(CPU, Central Processing Unit)일 수 있다. 프로세서(220)는 어드레스 버스(address bus), 제어 버스(control bus) 및 데이터 버스(data bus)를 통하여 저장 장치(230), 메모리 장치(240) 및 입출력 장치(250)에 연결되어 통신을 수행할 수 있다. 실시예에 따라서, 프로세서(220)는 주변 구성요소 상호연결(Peripheral Component Interconnect; PCI) 버스와 같은 확장 버스에도 연결될 수 있다.

[0104] 프로세서(220)는 도 1의 영상 연무 제거 장치(100)를 포함하거나, 도 11의 영상 연무 제거 방법을 수행할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 프로세서(220)는 이미지 센서(210)에서 전달받은 측정 이미지에서 연무를 제거한 실제 이미지를 추정하여 메모리 장치(240) 또는 저장 장치(230)에 저장할 수 있다.

[0105] 저장 장치(230)는 플래시 메모리 장치(flash memory device), 솔리드 스테이트 드라이브(Solid State Drive; SSD), 하드 디스크 드라이브(Hard Disk Drive; HDD), 씨디롬(CD-ROM) 및 모든 형태의 비휘발성 메모리 장치 등을 포함할 수 있다.

[0106] 메모리 장치(240)는 컴퓨팅 시스템(200)의 동작에 필요한 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리 장치(240)는 동적 랜덤 액세스 메모리(Dynamic Random Access Memory; DRAM), 정적 랜덤 액세스 메모리(Static Random Access Memory; SRAM) 등과 같은 휘발성 메모리 장치 및 이피롬(Erasable Programmable Read-Only Memory; EPROM), 이이피롬(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory; EEPROM) 및 플래시 메모리 장치(flash memory device) 등과 같은 비휘발성 메모리 장치를 포함할 수 있다.

[0107] 입출력 장치(250)는 키보드, 키패드, 마우스 등과 같은 입력 수단 및 프린터, 디스플레이 등과 같은 출력 수단을 포함할 수 있다. 전원 장치(260)는 컴퓨팅 시스템(200)의 동작에 필요한 동작 전압을 공급할 수 있다.

[0108] 이미지 센서(210)는 상기 버스들 또는 다른 통신 링크를 통해서 프로세서(220)와 연결되어 통신을 수행할 수 있다.

[0109] 이미지 센서(210)는 입사광을 감지하여 아날로그 신호를 생성하는 픽셀 어레이 및 제1 동작 모드에서 상기 아날로그 신호에 대해 시그마-델타(sigma-delta) 아날로그-디지털 변환 및 순환(cyclic) 아날로그-디지털 변환을 수행하여 상기 디지털 신호를 생성하고, 제2 동작 모드에서 상기 아날로그 신호에 대해 단일 기울기(single slope) 아날로그-디지털 변환을 수행하여 상기 디지털 신호를 생성하는 아날로그-디지털 변환부를 포함한다.

[0110] 이미지 센서(210)는 다양한 형태들의 패키지로 구현될 수 있다. 예를 들어, 이미지 센서(210)의 적어도 일부의 구성들은 PoP(Package on Package), Ball grid arrays(BGAs), Chip scale packages(CSPs), Plastic Leaded Chip Carrier(PLCC), Plastic Dual In-Line Package(PDIP), Die in Waffle Pack, Die in Wafer Form, Chip On Board(COB), Ceramic Dual In-Line Package(CERDIP), Plastic Metric Quad Flat Pack(MQFP), Thin Quad Flatpack(TQFP), Small Outline(SOIC), Shrink Small Outline Package(SSOP), Thin Small Outline(TSOP), Thin Quad Flatpack(TQFP), System In Package(SIP), Multi Chip Package(MCP), Wafer-level Fabricated Package(WFP), Wafer-Level Processed Stack Package(WSP) 등과 같은 패키지들을 이용하여 실장될 수 있다.

[0111] 실시예에 따라서, 이미지 센서(210)는 프로세서(220)와 함께 하나의 칩에 집적될 수도 있고, 서로 다른 칩에 각각 집적될 수도 있다.

[0112] 한편, 컴퓨팅 시스템(200)은 이미지 센서(210)를 이용하는 모든 컴퓨팅 시스템으로 해석되어야 할 것이다. 예를 들어, 컴퓨팅 시스템(200)은 디지털 카메라, 이동 전화기, 피디에이(Personal Digital Assistants; PDA), 피엠피(Portable Multimedia Player; PMP), 스마트폰 등을 포함할 수 있다.

[0113] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 시스템 인터페이스를 나타내는 블록도이다.

[0114] 도 15를 참조하면, 컴퓨팅 시스템(300)은 MIPI 인터페이스를 사용 또는 지원할 수 있는 데이터 처리 장치(예를 들어, 이동 전화기, 피디에이(Personal Digital Assistants; PDA), 피엠피(Portable Multimedia Player; PMP), 스마트폰 등)로 구현될 수 있고, 어플리케이션 프로세서(310), 이미지 센서(340) 및 디스플레이(350) 등을 포함할 수 있다.

[0115] 어플리케이션 프로세서(310)의 CSI 호스트(312)는 카메라 시리얼 인터페이스(Camera Serial Interface; CSI)를 통하여 이미지 센서(340)의 CSI 장치(341)와 시리얼 통신을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, CSI 호스트(312)는 광 디시리얼라이저(DES)를 포함할 수 있고, CSI 장치(341)는 광 시리얼라이저(SER)를 포함할 수 있다. 어플리케이션 프로세서(310)의 DSI 호스트(311)는 디스플레이 시리얼 인터페이스(Display Serial Interface DSI)를 통하여 디스플레이(350)의 DSI 장치(351)와 시리얼 통신을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, DSI 호스트(311)는 광 시리얼라이저(SER)를 포함할 수 있고, DSI 장치(351)는 광 디시리얼라이저(DES)를 포함할 수 있다. 어플리케이션 프로세서(310)는 도 1의 영상 연무 제거 장치(100)를 포함하거나, 도 11의 영상 연무 제거 방법을 수행할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 어플리케이션 프로세서(310)는 이미지 센서(340)에서 전달받은 측정 이미지에서 연무를 제거한 실제 이미지를 추정하여 디램(385) 또는 스토리지(370)에 저장할 수 있다.

[0116] 또한, 컴퓨팅 시스템(300)은 어플리케이션 프로세서(310)와 통신을 수행할 수 있는 알에프(Radio Frequency; RF) 칩(360)을 더 포함할 수 있다. 컴퓨팅 시스템(300)의 PHY(313)와 RF 칩(360)의 PHY(361)는 MIPI(Mobile Industry Processor Interface) DigRF에 따라 데이터 송수신을 수행할 수 있다. 또한, 어플리케이션 프로세서(310)는 PHY(361)의 MIPI DigRF에 따른 데이터 송수신을 제어하는 DigRF MASTER(314)를 더 포함할 수 있고, RF 칩(360)은 DigRF MASTER(314)를 통하여 제어되는 DigRF SLAVE(362)를 더 포함할 수 있다.

[0117] 한편, 컴퓨팅 시스템(300)은 지피에스(Global Positioning System; GPS)(320), 스토리지(370), 마이크(380), 디램(Dynamic Random Access Memory; DRAM)(385) 및 스피커(390)를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 시스템(300)은 초광대역(Ultra WideBand; UWB)(410), 무선랜(Wireless Local Area Network; WLAN)(420) 및 와이맥스(Worldwide Interoperability for Microwave Access; WIMAX)(430) 등을 이용하여 통신을 수행할 수 있다. 다만, 컴퓨팅 시스템(400)의 구조 및 인터페이스는 하나의 예시로서 이에 한정되는 것이 아니다.

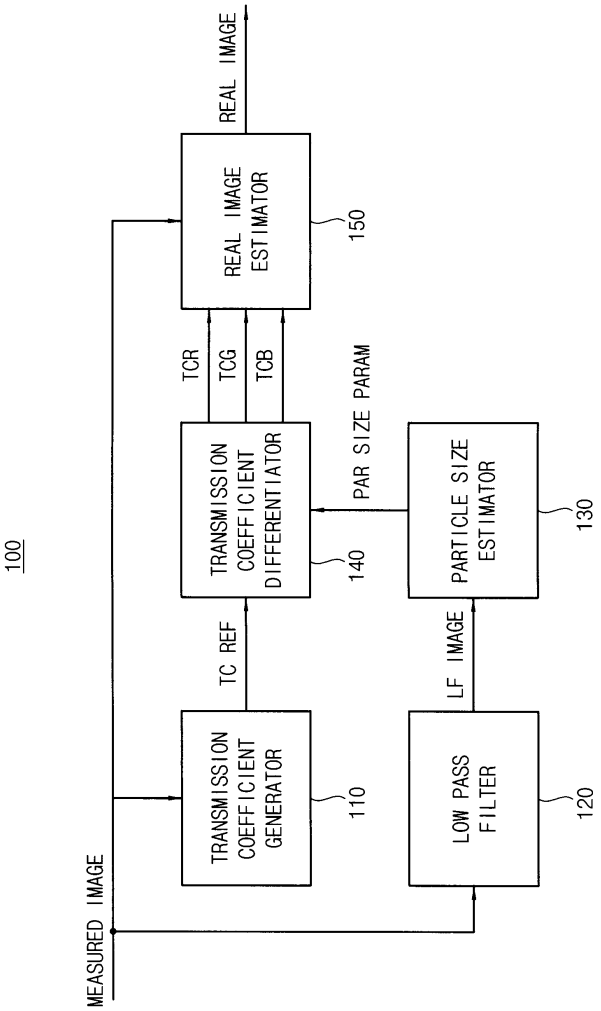
산업상 이용가능성

[0118] 본 발명은 이미지 처리 기능을 구비하는 임의의 전자 장치에 유용하게 이용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 휴대폰(Mobile Phone), 스마트 폰(Smart Phone), 개인 정보 단말기(personal digital assistant; PDA), 휴대형 멀티미디어 플레이어(portable multimedia player; PMP), 디지털 카메라(Digital Camera), 개인용 컴퓨터(Personal Computer; PC), 서버 컴퓨터(Server Computer), 워크스테이션(Workstation), 노트북(Laptop), 디지털 TV(Digital Television) 등에 적용될 수 있다.

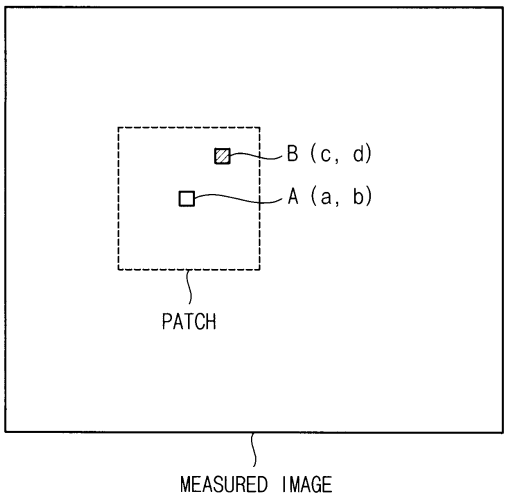
[0119] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 것이다.

도면

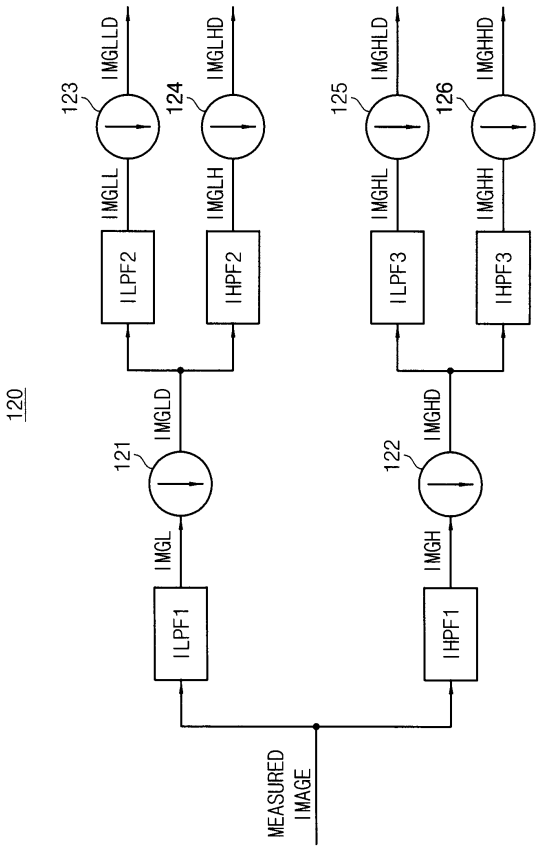
도면1


100
REAL IMAGE
REAL IMAGE ESTIMATOR
150
TCR
TCG
TCB
PAR SIZE PARAM
TRANSMISSION COEFFICIENT DIFFERENTIATOR
140
PARTICLE SIZE ESTIMATOR
130
TC REF
LF IMAGE
TRANSMISSION COEFFICIENT GENERATOR
110
LOW PASS FILTER
120
MEASURED IMAGE

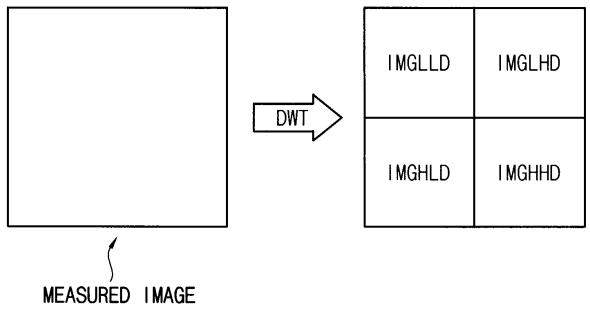
도면2


B (c, d)
A (a, b)
PATCH
MEASURED IMAGE

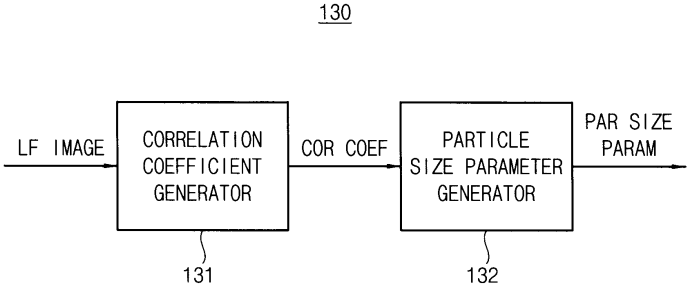
도면3


120
123
IMGLLD
124
IMGLHD
125
IMGHLD
126
IMGHHD
IMGLL
IMGLH
IMGHL
IMGHH
ILPF2
IHPF2
ILPF3
IHPF3
121
IMGLD
122
IMGHD
IMGL
IMGH
ILPF1
IHPF1
MEASURED IMAGE

도면4


DWT
IMGLLD
IMGLHD
IMGHLD
IMGHHD
MEASURED IMAGE

도면5


130
LF IMAGE
CORRELATION COEFFICIENT GENERATOR
COR COEF
PARTICLE SIZE PARAMETER GENERATOR
PAR SIZE PARAM
131
132

도면6



RGB FOGGY



R FOGGY



G FOGGY

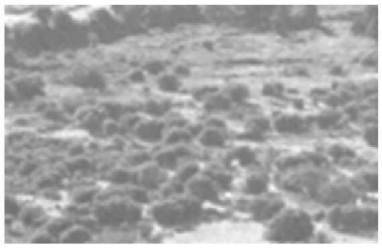


B FOGGY

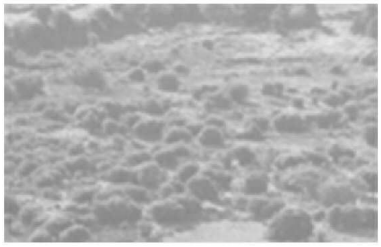
도면7



RGB THIN HAZE



R THIN HAZE

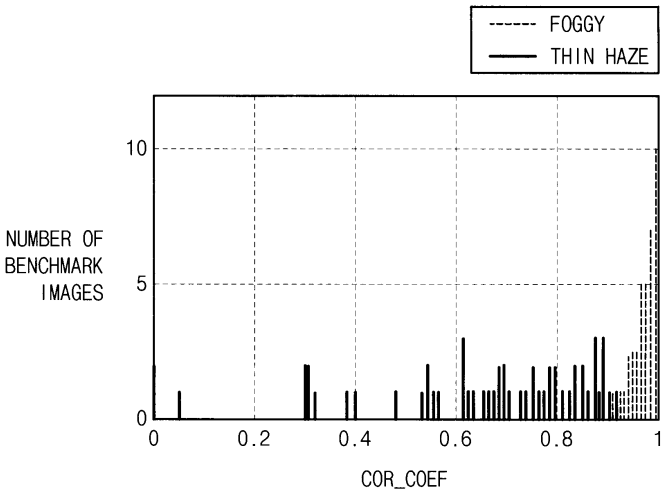


G THIN HAZE

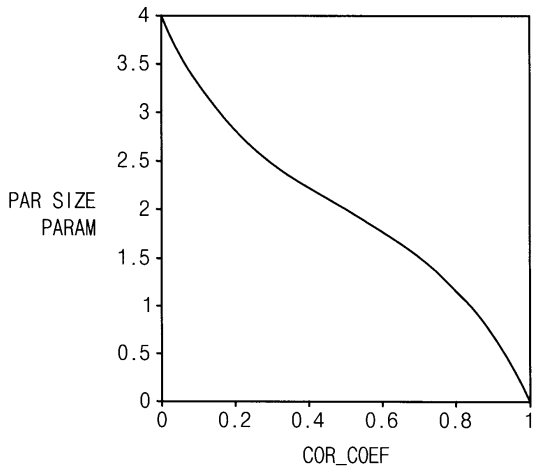


B THIN HAZE

도면8


FOGGY
THIN HAZE
NUMBER OF BENCHMARK IMAGES
10
5
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
COR_COEF

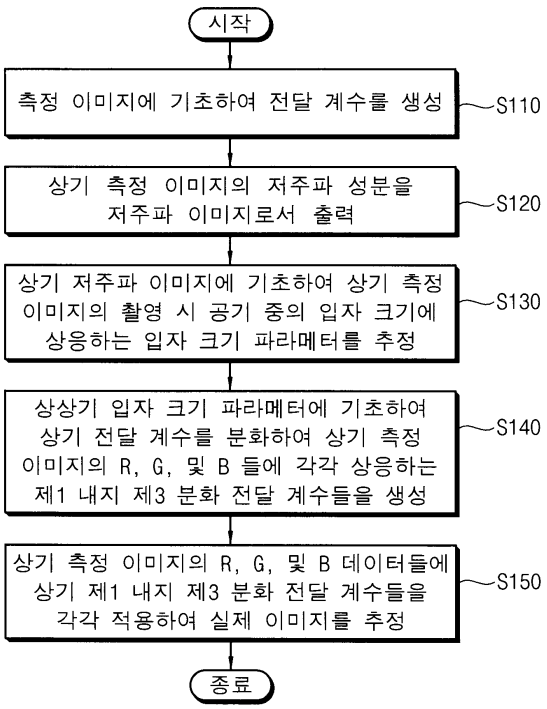
도면9


PAR SIZE PARAM
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
COR_COEF

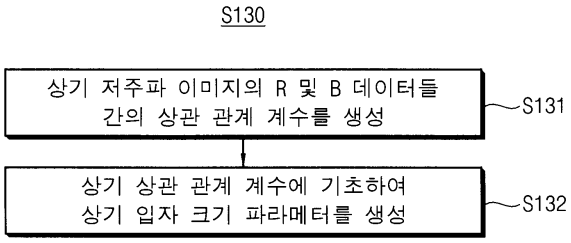
도면10


A
B
C
A'
B'
C'
A"
B"
C"
MEASURED IMAGES
REAL IMAGES
BY CONV METHOD
REAL IMAGES
BY THIS INVENTION

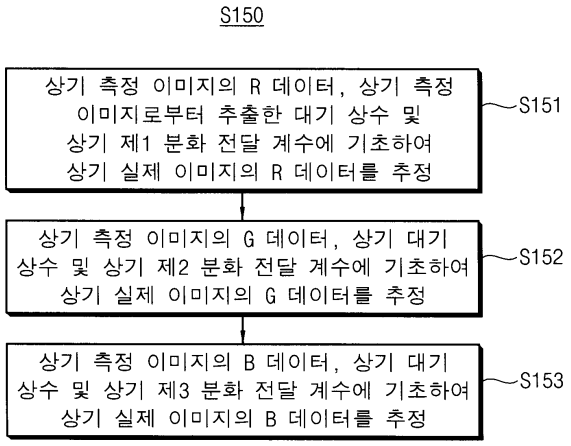
도면11


시작
측정 이미지에 기초하여 전달 계수를 생성
S110
상기 측정 이미지의 저주파 성분을 저주파 이미지로서 출력
S120
상기 저주파 이미지에 기초하여 상기 측정 이미지의 촬영 시 공기 중의 입자 크기에 상응하는 입자 크기 파라메터를 추정
S130
상상기 입자 크기 파라메터에 기초하여 상기 전달 계수를 분화하여 상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 들에 각각 상응하는 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 생성
S140
상기 측정 이미지의 R, G, 및 B 데이터들에 상기 제1 내지 제3 분화 전달 계수들을 각각 적용하여 실제 이미지를 추정
S150
종료

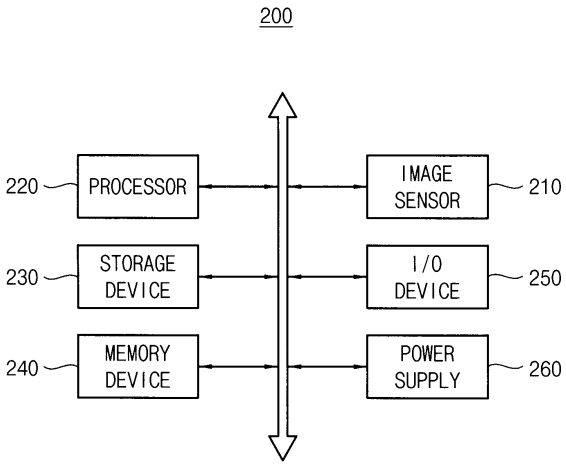
도면12



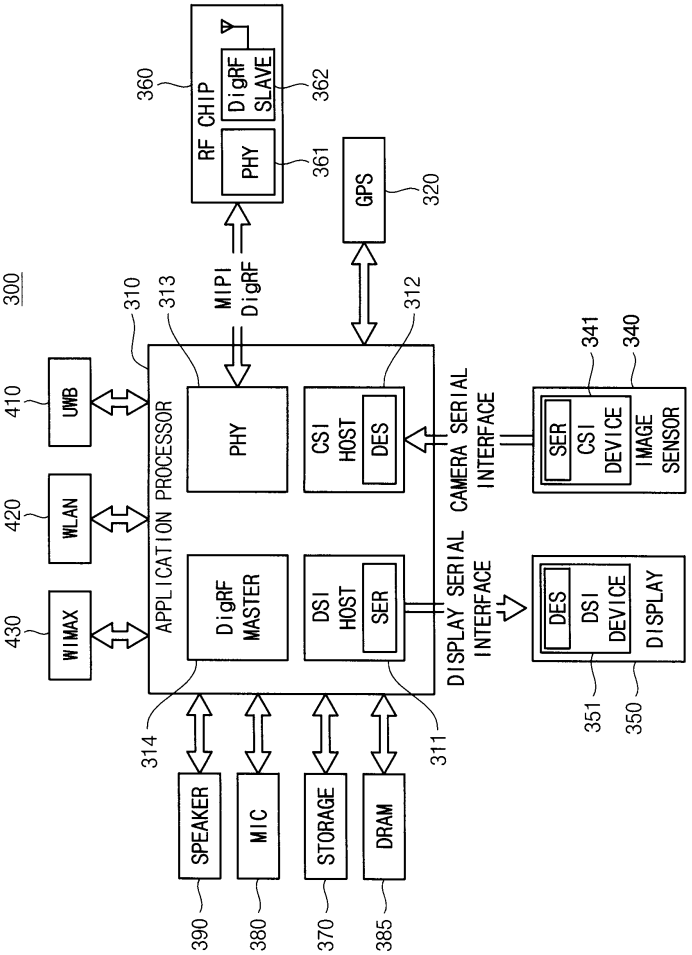
도면13



도면14



도면15


300
APPLICATION PROCESSOR
PHY
DigRF MASTER
CSI HOST
DES
DSI HOST
SER
RF CHIP
DigRF SLAVE
PHY
GPS
UWB
WLAN
WIMAX
MIPI DigRF
CAMERA SERIAL INTERFACE
DISPLAY SERIAL INTERFACE
SER
CSI DEVICE
IMAGE SENSOR
DES
DSI DEVICE
DISPLAY
SPEAKER
MIC
STORAGE
DRAM
360
362
361
320
310
313
312
341
340
410
420
430
314
311
351
350
390
380
370
385