



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0096891
(43) 공개일자 2017년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/001 (2013.01)
G06T 5/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0018733
(22) 출원일자 2016년02월17일
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)
장동원
서울특별시 강동구 성안로 162, 1102호 (길동, 다성이즈텔)
(74) 대리인
박영우

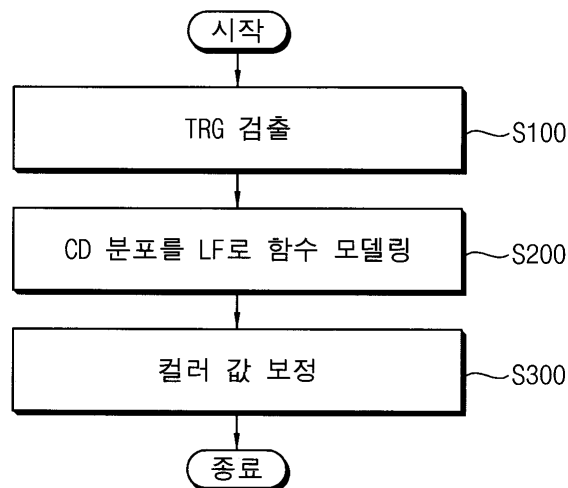
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 컬러 프린지 보정 방법 및 이를 이용한 이미지 데이터의 프로세싱 방법

(57) 요약

컬러 프린지 보정 방법은, 직선 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 포함하는 천이 영역을 검출하는 단계, 상기 천이 영역의 색차(color difference) 분포를 로지스틱 함수(logistic function)로 모델링하는 단계 및 상기 로지스틱 함수를 이용하여 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정하는 단계를 포함한다. 상기 천이 영역에 대하여 보정 대상 컬러와 기준 컬러 사이의 상관 관계(correlation)가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정할 수 있다. 색차의 로지스틱 함수로의 모델링, 상관 관계의 최대화와 같은 컬러 왜곡이 일어나지 않는 영역의 정보를 이용하여 이미지의 색상을 손상시키지 않으면서 컬러 프린지와 같은 컬러 왜곡을 보정할 수 있고, 로지스틱 함수의 최적화에 필요한 변수들을 감소하여 보정에 필요한 연산량을 감소할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06T 7/10 (2017.01)

명세서

청구범위

청구항 1

직선 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 포함하는 천이 영역을 검출하는 단계;

상기 천이 영역의 색차(color difference) 분포를 로지스틱 함수(logistic function)로 모델링하는 단계; 및

상기 로지스틱 함수를 이용하여 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정하는 단계를 포함하는 컬러 프린지 보정 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 천이 영역에 대하여 보정 대상 컬러와 기준 컬러 사이의 상관 관계(correlation)가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정하는 것을 특징으로 하는 컬러 프린지 보정 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 상관 관계가 최대가 될 때의 상기 로지스틱 함수의 함수 값 및 상기 기준 컬러의 컬러 값의 합을 픽셀의 상기 보정 대상 컬러의 보정된 컬러 값으로 제공하는 것을 특징으로 하는 컬러 프린지 보정 방법.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 기준 컬러는 녹색(G, green)이고 상기 보정 대상 컬러는 적색(R, red) 또는 청색(B, blue)이고,

동일한 천이 영역에 대하여

상기 적색과 상기 녹색 사이의 상관 관계가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 적색 컬러 값들을 보정하고,

상기 청색과 상기 녹색 사이의 상관 관계가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 청색 컬러 값들을 보정하는 것을 특징으로 하는 컬러 프린지 보정 방법.

청구항 5

제2 항에 있어서,

상기 로지스틱 함수는 하기의 수학식에 따라서 모델링되는 것을 특징으로 하는 컬러 프린지 보정 방법.

$$LF(x) = K'c2(x) = \frac{A}{1 + e^{-\gamma(x-\tau)}} + B$$

여기서, C2는 상기 보정 대상 컬러, LF()는 상기 로지스틱 함수의 함수 값, K'c2()는 상기 보정 대상 컬러 및 상기 기준 컬러 사이의 계산된 색차, x는 픽셀의 좌표, A는 제1 변수, B는 제2 변수, γ 는 제3 변수, τ 는 제4 변수임.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제1 변수(A) 및 상기 제2 변수(B)는 하기의 수학식들에 따라서 설정되는 것을 특징으로 하는 컬러 프린지 보정 방법.

$$A = Kc2_{max} - Kc2_{min}$$

$$B = Kc2_{min}$$

$$Kc2_{min} = \min\{Kc2[l(p)], Kc2[r(p)]\}$$

$$Kc2_{max} = \max\{Kc2[l(p)], Kc2[r(p)]\}$$

$$Kc2[x] = C2(x) - C1(x)$$

여기서, $l(p)$ 및 $r(p)$ 는 상기 천이 영역의 경계 픽셀들의 좌표들, $Kc2[]$ 는 상기 보정 대상 컬러($C2$) 및 상기 기준 컬러($C1$) 사이의 색차, $C2()$ 는 상기 보정 대상 컬러의 컬러 값, $C1()$ 는 상기 기준 컬러의 컬러 값임.

청구항 7

제5 항에 있어서,

상기 제3 변수(γ) 및 상기 제4 변수(τ)는 상기 천이 영역에 대하여 상기 보정 대상 컬러와 상기 기준 컬러 사이의 상관 관계가 최대가 되는 값들로 결정되는 것을 특징으로 하는 컬러 프린지 보정 방법.

청구항 8

제5 항에 있어서,

상기 제3 변수(γ)는 상수 값으로 고정되고,

상기 제4 변수(τ)는 상기 천이 영역에 대하여 상기 보정 대상 컬러와 상기 기준 컬러 사이의 상관 관계가 최대가 되는 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 컬러 프린지 보정 방법.

청구항 9

제5 항에 있어서,

상기 상관 관계는 하기의 수학식들에 따라서 계산되는 것을 특징으로 하는 컬러 프린지 보정 방법.

$$\rho(C2', C1) = \frac{\sum_{k=l(p)}^{r(p)} (C2'(k) - mc2)(C1(k) - mc1)}{\sqrt{\sum_{k=l(p)}^{r(p)} (C2'(k) - mc2)^2} \sqrt{\sum_{k=l(p)}^{r(p)} (C1(k) - mc1)^2}},$$

$$C2'(x) = K'c2(x) + C1(x)$$

여기서, $\rho()$ 는 상관 관계의 값, $l(p)$ 및 $r(p)$ 는 상기 천이 영역의 경계 픽셀들의 좌표들, $C2'()$ 는 상기 로지스틱 함수($K'c2$)를 이용하여 대체된 상기 보정 대상 컬러($C2$)의 계산된 컬러 값, $C1()$ 는 상기 기준 컬러의 컬러 값임..

청구항 10

제1 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 각각 포함하는 제1 천이 영역들을 검출하는 단계;

상기 제1 방향과 수직인 제2 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 각각 포함하는 제2 천이 영역들을 검출하는 단계;

상기 제1 천이 영역들 및 상기 제2 천이 영역들의 각각의 천이 영역의 색차(color difference) 분포를 로지스틱 함수(logistic function)로 모델링하는 단계; 및

상기 로지스틱 함수를 이용하여 상기 각각의 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정하는 단계를 포함하는 이미지 데이터의 프로세싱 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 데이터 프로세싱에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 컬러 프린지의 보정 방법 및 이를 이용한 이미지

[0001]

데이터의 프로세싱 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 이미지 센서가 실제 장면(real scene)을 캡처(capture)할 때 디지털 컬러 이미지의 객체들의 경계(boundary) 근처에서 컬러 프린지(color fringe)와 같은 컬러 왜곡(color distortion)이 발생할 수 있다. 상기 디지털 컬러 이미지의 해상도가 높아지거나 상기 이미지 센서가 상세한 촬영 (detailed shooting)을 위해 이용될 때 상기 컬러 프린지의 문제는 심각해질 수 있다.
- [0003] 일반적으로, 상기 컬러 프린지의 원인들은 광학(optical) 시스템에 의한 색수차(chromatic aberration)와 블루밍 효과(blooming effect) 때문이다. 첫째, 상기 색수차는 이미지 센서의 렌즈가 서로 다른 파장의 빛들을 하나의 교축점(convergence point)에 포커스(focus)하지 못하여 발생하는 컬러 왜곡이다. 렌즈의 굴절률은 빛의 파장에 따라 서로 다르고, 따라서 렌즈를 통과하는 각 컬러들에 상응하는 서로 다른 파장의 빛들은 동일한 평면에 포커스될 수 없다. 둘째, 상기 블루밍 효과는 이미지 센서의 특징과 관련된다. 일정 시간 동안 상기 이미지 센서를 통해 밝은 컬러가 통과될 때, 축적된 전하들은 포텐셜 웰(potential well)로 넘친다. 상기 넘친 전하들은 이웃 픽셀들로 이동하고 이는 근포화 영역(near-saturation)에서의 컬러 아티팩츠(artifacts)를 초래한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 목적은, 객체 경계 근방의 컬러 왜곡을 효율적으로 감소할 수 있는 컬러 프린지 보정 방법을 제공하는 것이다.
- [0005] 또한 본 발명의 일 목적은, 상기 컬러 프린지 보정 방법을 이용한 이미지 데이터의 프로세싱 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정 방법은, 직선 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 포함하는 천이 영역을 검출하는 단계, 상기 천이 영역의 색차(color difference) 분포를 로지스틱 함수(logistic function)로 모델링하는 단계 및 상기 로지스틱 함수를 이용하여 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정하는 단계를 포함한다.
- [0007] 일 실시예에 있어서, 상기 천이 영역에 대하여 보정 대상 컬러와 기준 컬러 사이의 상관 관계(correlation)가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정할 수 있다.
- [0008] 일 실시예에 있어서, 상기 상관 관계가 최대가 될 때의 상기 로지스틱 함수의 함수 값 및 상기 기준 컬러의 컬러 값의 합을 픽셀의 상기 보정 대상 컬러의 보정된 컬러 값으로 제공할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 있어서, 상기 기준 컬러는 녹색(G, green)이고 상기 보정 대상 컬러는 적색(R, red) 또는 청색(B, blue)일 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 있어서, 동일한 천이 영역에 대하여, 상기 적색과 상기 녹색 사이의 상관 관계가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 적색 컬러 값들을 보정하고, 상기 청색과 상기 녹색 사이의 상관 관계가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 청색 컬러 값들을 보정할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 있어서, 상기 로지스틱 함수는 하기의 수학식에 따라서 모델링될 수 있다.

$$LF(x) = K'c2(x) = \frac{A}{1 + e^{-\gamma(x-\tau)}} + B$$

- [0012]
- [0013] 여기서, C2는 상기 보정 대상 컬러, LF()는 상기 로지스틱 함수의 함수 값, K'c2()는 상기 보정 대상 컬러 및 상기 기준 컬러 사이의 계산된 색차, x는 픽셀의 좌표, A는 제1 변수, B는 제2 변수, γ 는 제3 변수, τ 는 제4 변수임.

[0014] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 변수(A) 및 상기 제2 변수(B)는 하기의 수학식들에 따라서 설정될 수 있다.

$$A = Kc2_{max} - Kc2_{min}$$

$$B = Kc2_{min}$$

$$Kc2_{min} = \min\{Kc2[l(p)], Kc2[r(p)]\}$$

$$Kc2_{max} = \max\{Kc2[l(p)], Kc2[r(p)]\}$$

$$Kc2[x] = C2(x) - C1(x)$$

[0015]

[0016] 여기서, l(p) 및 r(p)는 상기 천이 영역의 경계 픽셀들의 좌표들, Kc2[]는 상기 보정 대상 컬러(C2) 및 상기 기준 컬러(C1) 사이의 색차, C2()는 상기 보정 대상 컬러의 컬러 값, C1()는 상기 기준 컬러의 컬러 값임.

[0017] 일 실시예에 있어서, 상기 제3 변수(γ) 및 상기 제4 변수(τ)는 상기 천이 영역에 대하여 상기 보정 대상 컬러와 상기 기준 컬러 사이의 상관 관계가 최대가 되는 값들로 결정될 수 있다.

[0018] 일 실시예에 있어서, 상기 제3 변수(γ)는 상수 값으로 고정되고, 상기 제4 변수(τ)는 상기 천이 영역에 대하여 상기 보정 대상 컬러와 상기 기준 컬러 사이의 상관 관계가 최대가 되는 값으로 결정될 수 있다.

[0019] 일 실시예에 있어서, 상기 상관 관계는 하기의 수학식들에 따라서 계산될 수 있다.

$$\rho(C2', C1) = \frac{\sum_{k=l(p)}^{r(p)} (C2'(k) - mc2)(C1(k) - mc1)}{\sqrt{\sum_{k=l(p)}^{r(p)} (C2'(k) - mc2)^2} \sqrt{\sum_{k=l(p)}^{r(p)} (C1(k) - mc1)^2}},$$

$$C2'(x) = K'c2(x) + C1(x)$$

[0020]

[0021] 여기서, $\rho()$ 는 상관 관계의 값, l(p) 및 r(p)는 상기 천이 영역의 경계 픽셀들의 좌표들, C2'()는 상기 로지스틱 함수($K'c2$)를 이용하여 대체된 상기 보정 대상 컬러(C2)의 계산된 컬러 값, C1()는 상기 기준 컬러의 컬러 값임.

[0022] 일 실시예에 있어서, 상기 픽셀들의 컬러 값들을 보정하는 단계는, 상기 로지스틱 함수의 변수들을 변화시키면서 상기 상관 관계의 값들을 계산하는 단계, 상기 상관 관계의 값들 중에서 최대 값에 상응하는 최적의 로지스틱 함수를 결정하는 단계 및 상기 최적의 로지스틱 함수에 기초하여 상기 픽셀들의 보정된 컬러 값들을 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 일 실시예에 있어서, 상기 천이 영역을 검출하는 단계는, 상기 기준 컬러의 그래디언트 값이 임계 값 이상인 기준 픽셀을 검출하는 단계, 상기 기준 픽셀을 중심으로 수평 방향 또는 수직 방향으로 인접한 픽셀의 적어도 하나의 컬러의 그래디언트 값이 상기 임계 값 이상인 경우 상기 인접한 픽셀을 포함하도록 상기 천이 영역을 확장하는 단계 및 모든 컬러들의 그래디언트 값들이 임계 값보다 작은 픽셀을 상기 천이 영역의 경계 픽셀로 설정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] 일 실시예에 있어서, 상기 컬러 프린지 보정 방법은 상기 각각의 천이 영역에 인접한 포화 픽셀들의 컬러 값들을 보정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0025] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 이미지 데이터의 프로세싱 방법은, 제1 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 각각 포함하는 제1 천이 영역들을 검출하는 단계, 상기 제1 방향과 수직인 제2 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 각각 포함하는 제2 천이 영역들을 검출하는 단계, 상기 제1 천이 영역들 및 상기 제2 천이 영역들의 각각의 천이 영역의 색차(color difference) 분포를 로지스틱 함수(logistic function)로 모델링하는 단계 및 상기 로지스틱 함수를 이용하여 상기 각각의 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정하는 단계를 포함한다.

[0026] 일 실시예에서 있어서, 상기 각각의 천이 영역에 대하여 보정 대상 컬러와 기준 컬러 사이의 상관 관계(correlation)가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정할 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정 방법 및 이미지 데이터의 프로세싱 방법은, 색차의 로지스틱 함수

로의 모델링, 상관 관계의 최대화와 같은 컬러 왜곡이 일어나지 않는 영역의 정보를 이용하여 이미지의 색상을 손상시키지 않으면서 컬러 프린지와 같은 컬러 왜곡을 보정할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정 방법 및 이미지 데이터의 프로세싱 방법은, 로지스틱 함수의 최적화에 필요한 변수들을 감소하여 보정에 필요한 연산량을 감소할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정 방법을 나타내는 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 센서 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 이미지 신호 프로세서를 나타내는 블록도이다.

도 4는 도 3의 이미지 신호 프로세서에 포함되는 컬러 프린지 보정부를 나타내는 블록도이다.

도 5a 및 도 5b는 색차 분포 및 피팅된 로지스틱 함수의 관계를 나타내는 도면들이다.

도 6a 및 도 6b는 상관 관계의 분포들을 나타내는 도면들이다.

도 7a 및 도 7b는 로지스틱 함수의 변수들의 분포를 나타내는 도면들이다.

도 8은 컬러 프린지 영역을 포함하는 입력 영상의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 9a는 도 8의 입력 영상의 인텐시티 프로필을 나타내는 도면이다.

도 9b, 도 9c 및 도 9d는 회색 계열로 보정된 영상들의 인텐시티 프로필을 나타내는 도면들이다.

도 9e는 본 발명의 실시예들에 따라 보정된 영상의 인텐시티 프로필을 나타내는 도면이다.

도 10은 좌표 구성 및 천이 영역의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예들에 따른 이미지 데이터의 프로세싱 방법을 나타내는 순서도이다.

도 12는 하나의 방향을 기준으로 한 이미지 데이터의 프로세싱 방법을 나타내는 순서도이다.

도 13은 본 발명의 실시예들에 따른 이미지 신호 프로세서를 나타내는 블록도이다.

도 14는 이미지 데이터의 프로세싱에 따른 최대 신호 대 잡음비를 나타내는 도면이다.

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

도 16은 도 15의 컴퓨팅 시스템에서 사용되는 인터페이스의 일 예를 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 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 해석되지 않는다.

[0031] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 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.

[0032] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0033] 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.

- [0034] 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 실시된 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.
- [0035] 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 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0036] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 직선 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 포함하는 천이 영역(TRG)을 검출한다(S100). 천이 영역(TRG)의 색차(color difference)(CD) 분포를 로지스틱 함수(logistic function)(LF)로 모델링한다(S200). 모델링된 로지스틱 함수(LF)를 이용하여 천이 영역(TRG)에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정한다(S300). 후술하는 바와 같이, 천이 영역(TRG)에 대하여 보정 대상 컬러와 기준 컬러 사이의 상관 관계(correlation)가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정할 수 있다. 색차의 로지스틱 함수로의 모델링, 상관 관계의 최대화와 같은 컬러 왜곡이 일어나지 않는 영역의 정보를 이용하여 이미지의 색상을 손상시키지 않으면서 컬러 프린지와 같은 컬러 왜곡을 보정할 수 있다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 센서 시스템을 나타내는 블록도이다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 센서 시스템(100)은 이미지 센서(image sensor)(200) 및 이미지 신호 프로세서(Image Signal Processor; ISP)(400)를 포함할 수 있다. 이미지 센서(200)는 픽셀 어레이(pixel array)(210), 로우 구동부(row driver)(220), 아날로그-디지털 변환(Analog-to-Digital Conversion; ADC)부(230) 및 제어부(controller)(250)를 포함할 수 있다. 이미지 센서(200) 및 이미지 신호 프로세서(400)는 하나의 칩에 함께 집적될 수도 있고 각각 별개의 칩으로 구현될 수도 있다.
- [0041] 픽셀 어레이(210)는 입사광에 기초하여 복수의 픽셀 신호들(예를 들어, 아날로그 픽셀 신호들)을 발생한다. 픽셀 어레이(210)는 복수의 행들과 복수의 열들로 이루어진 매트릭스 형태로 배열된 복수의 단위 픽셀들을 포함할 수 있다. 단위 픽셀들은 컬러 이미지의 센싱을 위한 적절한 패턴을 가질 수 있다. 예를 들어, 단위 픽셀들은 가시광선 파장의 범위를 감지하는 모노크롬 픽셀들이며, 단위 픽셀들의 각각은 R(red) 필터, G(green) 필터 및 B(blue) 필터 중 하나와 결합될 수 있다. 일반적인 CMOS, CCD 이미지 센서에서는 R, G, B 필터들이 일정한 패턴을 가지고 배치되는데, 인간의 시각 특성을 따라서, R, G, B 필터들이 각각 25%, 50%, 25%가 되도록 베이어 패턴(Bayer pattern)으로 배치될 수 있다. 이 경우 이미지 센서(200)는 각각의 픽셀마다 R, G, B 중 하나의 컬러 값이 매칭되는 RGB 베이어 이미지 데이터를 제공할 수 있다.
- [0042] 로우 구동부(220)는 픽셀 어레이(210)의 각 로우에 연결되고, 상기 각 로우를 구동하는 구동 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 로우 구동부(220)는 픽셀 어레이(210)에 포함되는 상기 복수의 단위 픽셀들을 로우 단위로 구동할 수 있다.
- [0043] 아날로그-디지털 변환부(230)는 픽셀 어레이(210)의 각 컬럼에 연결되고, 픽셀 어레이(210)로부터 출력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환할 수 있다. 일 실시예에서, 아날로그-디지털 변환부(230)는 복수의 아날로그-디지털 변환기들을 포함하며, 각 컬럼 라인마다 출력되는 아날로그 신호들을 병렬로(즉, 동시에) 디지털 신호들로 변환하는 컬럼 ADC를 수행할 수 있다. 다른 실시예에서, 아날로그-디지털 변환부(230)는 단일의 아날로그-디지털 변환기를 포함하며, 상기 아날로그 신호들을 순차적으로 디지털 신호들로 변환하는 단일 ADC를 수행할 수 있다.
- [0044] 실시예에 따라서, 아날로그-디지털 변환부(230)는 유효 신호 성분을 추출하기 위한 하나의 상관 이중 샘플링(correlated double sampling; CDS)부(232)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상관 이중 샘플링부(232)는 리

셋 성분을 나타내는 아날로그 리셋 신호와 이미지 성분을 나타내는 아날로그 이미지 신호의 차이에 기초하여 상기 유효 이미지 성분을 추출하는 아날로그 더블 샘플링(Analog Double Sampling)을 수행할 수 있다. 다른 실시예에서, 상관 이중 샘플링부(232)는 상기 아날로그 리셋 신호와 상기 아날로그 이미지 신호를 디지털 신호들로 각각 변환한 후 상기 유효 이미지 성분으로서 두 개의 디지털 신호의 차이를 추출하는 디지털 더블 샘플링(Digital Double Sampling)을 수행할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상관 이중 샘플링부(232)는 상기 아날로그 더블 샘플링 및 상기 디지털 더블 샘플링을 모두 수행하는 듀얼 상관 이중 샘플링을 수행할 수 있다.

[0045] 제어부(250)는 로우 구동부(220), 아날로그-디지털 변환부(230)를 제어할 수 있다. 제어부(250)는 로우 구동부(220), 아날로그-디지털 변환부(230)의 동작에 요구되는 클럭 신호, 타이밍 컨트롤 신호 등과 같은 제어 신호들을 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 제어부(250)는 로직 제어 회로, 위상 고정 루프(Phase Lock Loop; PLL) 회로, 타이밍 제어 회로 및 통신 인터페이스 회로 등을 포함할 수 있다.

[0046] 이미지 신호 프로세서(400)는 이미지 센서(200)로부터 제공되는 디지털 신호를 수신하고, 상기 디지털 신호에 대하여 이미지 데이터 처리를 수행할 수 있다. 예를 들어, 이미지 신호 프로세서(400)는 이미지 보간(Image Interpolation), 색 보정(Color Correction), 화이트 밸런스(White Balance), 감마 보정(Gamma Correction), 색 변환(Color Conversion) 등을 수행할 수 있다. 특히, 이미지 신호 프로세서(400)는 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정부(CFC)(440)를 포함할 수 있다.

[0047] 도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 이미지 신호 프로세서를 나타내는 블록도이다.

[0048] 도 3을 참조하면, 이미지 신호 프로세서(400)는 전처리부(pre-processor)(500), 컬러 프린지 보정부(color fringe corrector)(600) 및 후처리부(post-processor)(700)를 포함할 수 있다. 전처리부(500)는 보간기(interpolator)(510) 및 필터(filter)(520)를 포함할 수 있다.

[0049] 보간기(510)는 이미지 센서(200)로부터 제공되는 RGB 베이어 이미지 데이터를 RGB 풀 컬러 이미지 데이터로 변환하는 보간 동작을 수행한다. RGB 베이어 이미지 데이터는 각각의 픽셀마다 R, G, B 중 하나의 컬러 값이 매칭되는 포맷으로 표현되고, RGB 풀 컬러 이미지 데이터는 각각의 픽셀마다 R, G, B 컬러 값들이 매칭되는 포맷으로 표현된다. 보간기(510)는 RGB 베이어 이미지 데이터를 기초로 픽셀 더블링 보간(pixel doubling interpolation), 이선형 보간(bilinear interpolation) 등을 수행하여 RGB 풀 컬러 이미지 데이터를 생성할 수 있다.

[0050] 필터(520)는 이미지 데이터의 노이즈를 제거하는 필터링 동작을 수행한다. 예를 들어, 필터(520)는 영상 내의 에지 성분들은 보존하면서 스무딩(smoothing)을 수행하는 양방향 필터(bilateral filter)일 수 있다. 양방향 필터는 비선형 필터로서 출력값이 입력의 적응적 평균에 의해 나타난다. 잡음이 섞인 입력 영상이 들어왔을 때 잡음을 제거하기 위해 저역 필터인 가우시안 함수를 사용한다. 이때 입력 영상에서 주변 픽셀의 밝기 값의 차를 입력으로 하는 강도기반 에지 스톱 함수를 거리기반 가우시안 필터 계수의 가중치로 사용한다. 즉 밝기 값의 차이가 크고, 에지 성분이 있는 부분에 대해서는 가우시안 필터 계수의 가중치를 낮게 해서 에지가 흐려지는 것을 막고, 밝기 값의 차이가 작은, 평탄면에 대해서는 가중치를 크게 하여 잡음을 제거하게 된다. 이러한 양방향 필터링을 통하여 도 13을 참조하여 후술하는 포화 영역 내에서 노이즈에 의해 발생할 수 있는 고립된 영역이나 홀(hole)들을 제거할 수 있다. 한편, 다양한 이미지 센서 내의 노이즈, 컬러 필터 어레이의 보간에 따라서 포화가 발생한 픽셀들의 컬러 값들이 실제보다 작게 검출되는 경우가 발생한다. 양방향 필터는 이와 같은 포화 영역의 불충분한 검출을 완화할 수 있다.

[0051] 일 실시예에서, 먼저 보간 동작이 수행되고 보간된 이미지 데이터에 대해서 노이즈 필터링이 수행될 수 있다. 다른 실시예에서, 먼저 노이즈 필터링이 수행되고 노이즈가 제거된 이미지 데이터에 대해서 보간 동작이 수행될 수 있다. 또 다른 실시예에서 보간 동작과 노이즈 필터링이 동시에 수행될 수도 있다.

[0052] 컬러 프린지 보정부(600)는 전처리부(410)로부터 노이즈가 제거된 RGB 풀컬러 이미지 데이터를 수신하여 컬러 프린지 보정 및 이를 이용한 이미지 데이터의 프로세싱을 수행할 수 있다. 보정된 이미지 데이터는 추가적인 처리를 위하여 후처리부(700)로 제공된다.

[0053] 도 4는 도 3의 이미지 신호 프로세서에 포함되는 컬러 프린지 보정부를 나타내는 블록도이다.

[0054] 도 4를 참조하면, 컬러 프린지 보정부(600)는 천이 영역 검출부(TRG detector)(610), 함수 값 계산부(function value calculator)(620), 컬러 값 계산부(color value calculator)(630), 상관 관계 값 계산부(correlation value calculator)(640) 및 비교부(comparator)(650)를 포함할 수 있다.

[0055] 도 4에는 천이 영역 검출부(610), 합수 값 계산부(620), 컬러 값 계산부(630), 상관 관계 값 계산부(640) 및 비교부(650)를 각각 개별적인 구성 요소들로 도시하였으나, 이들 중 적어도 2개의 구성 요소들이 불가분적으로 병합되어 구현될 수도 있다. 컬러 프린지 보정부(600)는 소프트웨어, 하드웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다.

[0056] 천이 영역 검출부(610)는 입력 이미지 데이터(I)에 기초하여 천이 영역(TRG)을 검출하고 천이 영역 정보(ITRG)를 제공할 수 있다. 천이 영역(TRG)은 직선 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 포함하는 1차원적인(one-dimensional) 영역일 수 있다. 상기 직선 방향은 수평 방향(horizontal direction), 수직 방향(vertical direction), 대각선 방향(diagonal direction) 및 반대각선 방향(anti-diagonal direction) 중 하나일 수 있다.

[0057] 천이 영역(TRG)은 다양한 방법으로 검출될 수 있다. 일 실시예에서, 천이 영역 검출부(610)는 입력 이미지 데이터(I)의 컬러들의 그래디언트에 기초하여 천이 영역(TRG)을 검출할 수 있고, 그래디언트 값(gradient value)은 소벨 마스크(Sobel mask)에 의해 수학적 식 1과 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 1

$$Ec(i,j)=C(i-1,j-1)+2C(i,j-1)+C(i+1,j-1)$$

$$-C(i-1,j+1)-2C(i,j+1)-C(i+1,j+1)$$

[0058]

[0059] 수학적 식 1에서, $Ec()$ 는 그래디언트 값, $C()$ 는 이미지 데이터(I)의 각 컬러 값, (i,j) 는 프레임 상에서의 픽셀 위치, i 는 픽셀 행 번호, j 는 픽셀 열 번호를 나타낸다. 수학적 식 1에는 i 가 고정된 경우, 즉 수평 방향을 기준으로 한 프로세싱의 경우에 해당하는 수직 소벨 마스크가 예시되어 있다. j 가 고정된 경우, 즉 수직 방향을 기준으로 한 프로세싱의 경우에는 수평 소벨 마스크가 이용될 수 있다. i 가 고정된 경우, 그래디언트 값은 $Ec(j)$ 로 나타낼 수 있고, 컬러 값은 $C(j)$ 로 나타낼 수 있다. 도 11 및 도 12를 참조하여 후술하는 바와 같이, 본 발명의 실시예들에 따라서 수평 방향을 기준으로 한 프로세싱 및 수직 방향을 기준으로 한 프로세싱은 각각 독립적으로 수행될 수 있다.

[0060] 천이 영역 검출부(610)는 기준 컬러의 그래디언트 값이 임계 값 이상인 기준 픽셀(p)을 검출한다. 예를 들어, 기준 컬러는 녹색(G)으로 설정될 수 있다. 천이 영역 검출부(610)는 기준 픽셀(p)을 중심으로 수평 방향 또는 수직 방향으로 인접한 픽셀의 적어도 하나의 컬러의 그래디언트 값이 상기 임계 값 이상인 경우 상기 인접한 픽셀을 포함하도록 천이 영역(TRG)을 확장한다. 이러한 확장 과정에서, 천이 영역 검출부(610)는 모든 컬러들의 그래디언트 값들이 임계 값보다 작은 픽셀을 천이 영역(TSR)의 경계 픽셀로 설정한다. 경계 픽셀은 왼쪽 경계 좌표($l(p)$) 및 오른쪽 경계 좌표($r(p)$)로 표현될 수 있다. 천이 영역 검출부(610)에 제공되는 천이 영역 정보(ITRG)는 이러한 경계 좌표들($l(p)$, $r(p)$)을 포함할 수 있다.

[0061] 일 실시예에서, 천이 영역 검출부(610)는 상기 천이 영역의 확장 과정에서 모든 컬러들의 그래디언트 값들이 임계 값보다 작은 첫 번째 픽셀을 천이 영역(TSR)의 경계 픽셀로 설정할 수 있다. 다른 실시예에서, 천이 영역 검출부(610)는 상기 천이 영역의 확장 과정에서 모든 컬러들의 그래디언트 값들이 임계 값보다 연속해서 작은 두 번째 픽셀을 천이 영역(TSR)의 경계 픽셀로 설정할 수 있다.

[0062] 합수 값 계산부(620)는 천이 영역 정보(ITRG)에 기초하여 모델링된 로지스틱 함수(LF)의 함수 값을 제공한다.

[0063] 본 발명의 실시예들에 따라서, 합수 값 계산부(620)는 로지스틱 함수(LF)를 수학적 식 2에 따라서 모델링할 수 있다.

수학적 식 2

$$LF(x)=K'c2(x)=\frac{A}{1+e^{-\gamma(x-\tau)}}+B$$

[0064]

[0065] 수학적 식 2에서, $C2$ 는 상기 보정 대상 컬러, $LF()$ 는 로지스틱 함수의 함수 값, $K'c2()$ 는 상기 보정 대상 컬러 및

상기 기준 컬러 사이의 계산된 색차, x 는 픽셀의 좌표, A 는 제1 변수, B 는 제2 변수, γ 는 제3 변수, τ 는 제4 변수를 나타낸다. 제1 변수(A) 및 제2 변수(B)는 로지스틱 함수의 상한 및 하한과 관계된다. 제3 변수(γ)는 로지스틱 함수의 첨예도(sharpness)이고, 제4 변수(τ)는 로지스틱 함수의 오프셋(offset)이다.

- [0066] 제1 변수(A) 및 상기 제2 변수(B)는 수학적 식 3에 따라서 설정될 수 있다. 제3 변수(γ) 및 제4 변수(τ)는 로지스틱 함수의 최적화 또는 피팅을 위하여 변화하는 값들을 가질 수 있다.

수학적 식 3

$$A = Kc2_{max} - Kc2_{min},$$

$$B = Kc2_{min},$$

$$Kc2_{min} = \min\{Kc2[l(p)], Kc2[r(p)]\},$$

$$Kc2_{max} = \max\{Kc2[l(p)], Kc2[r(p)]\},$$

$$Kc2[x] = C2(x) - C1(x)$$

[0067]

- [0068] 수학적 식 3에서, $l(p)$ 및 $r(p)$ 는 천이 영역(TRG)의 경계 픽셀들의 좌표들, $Kc2[]$ 는 상기 보정 대상 컬러($C2$) 및 상기 기준 컬러($C1$) 사이의 색차, $C2()$ 는 상기 보정 대상 컬러의 컬러 값, $C1()$ 는 상기 기준 컬러의 컬러 값을 나타낸다. 경계 픽셀에서의 색차들($Kc2[l(p)], Kc2[r(p)]$)은 천이 영역 검출부(610)으로부터 제공되는 천이 영역 정보(ITRG)에 포함될 수 있다.

- [0069] 일 실시예에서, 입력 이미지 데이터(I)는 RGB 이미지 데이터이고, 상기 기준 컬러($C1$)는 녹색(G)이고, 상기 보정 대상 컬러($C2$)는 적색(R) 또는 청색(B)일 수 있다. 컬러 프린지 보정부(600)는, 동일한 천이 영역(TRG)에 대하여, 적색 컬러 값들의 보정 및 청색 컬러 값들의 보정을 각각 독립적으로 수행할 수 있다. 다시 말해, 컬러 프린지 보정부(600)는 적색(R)과 녹색(G) 사이의 상관 관계가 최대가 되도록 천이 영역(TRG)에 포함되는 픽셀들의 적색 컬러 값들을 보정하고, 이와는 독립적으로 청색(B)과 녹색(G) 사이의 상관 관계가 최대가 되도록 천이 영역(TGR)에 포함되는 픽셀들의 청색 컬러 값들을 보정할 수 있다. 일 실시예에서, 적색 컬러 값들을 먼저 보정한 후에 청색 컬러 값들을 보정할 수 있다. 다른 실시예에서, 청색 컬러 값들을 보정한 후에 적색 컬러 값들을 보정할 수 있다.

- [0070] 함수 값 계산부(620)는 적색 컬러 값들의 보정의 경우에는 수학적 식 2 및 수학적 식 3에서 보정 대상 컬러($C2$)가 적색(R)인 경우에 해당하는 적색 로지스틱 함수($K'r(x)$)를 제공할 수 있다. 한편, 함수 값 계산부(620)는 청색 컬러 값들의 보정의 경우에는 수학적 식 2 및 수학적 식 3에서 보정 대상 컬러($C2$)가 청색(B)인 경우에 해당하는 청색 로지스틱 함수($K'b(x)$)를 제공할 수 있다. 적색 로지스틱 함수($K'r(x)$)는 적색(R)과 녹색(G) 사이의 계산된 편차에 상응하고 청색 로지스틱 함수($K'b(x)$)는 청색(B)과 녹색(G) 사이의 계산된 편차에 상응한다.

- [0071] 컬러 값 계산부(630)는 입력 이미지 데이터(I) 및 함수 값 계산부(620)로부터 제공되는 함수 값(LF())에 기초하여 계산된 이미지 데이터(Ia)를 제공한다. 계산된 이미지 데이터(Ia)는 복수의 계산된 컬러 값들을 포함하고, 계산된 컬러 값들은 수학적 식 4와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 4

$$C2'(x) = K'c2(x) + C1(x)$$

$$C1'(x) = C1(x)$$

[0072]

- [0073] 수학적 식 4에서, $C2'()$ 는 계산된 보정 대상 컬러의 컬러 값, $C1'()$ 는 계산된 기준 컬러의 컬러 값을 나타낸다. 계산된 보정 대상 컬러의 컬러 값($C2'()$)은 로지스틱 함수의 함수 값, 즉 계산된 편차($K'c2()$) 및 기준 컬러의 입력 컬러 값($C1()$)의 합에 상응한다. 기준 컬러의 계산된 컬러 값($C1'()$)은 기준 컬러의 입력된 컬러 값($C1()$)과 동일하다.

- [0074] 예를 들어, 기준 컬러($C1$)는 녹색(G)이고, 상기 보정 대상 컬러($C2$)는 적색(R) 또는 청색(B)인 경우 계산된 컬러

러 값들은 수학식 5와 같이 표현될 수 있다.

수학식 5

$$R'(x) = K'r(x) + G(x)$$

$$B'(x) = K'b(x) + G(x)$$

$$G'(x) = G(x)$$

[0075]

[0076]

수학식 5에서, $R'()$ 는 계산된 적색 컬러 값, $B'()$ 는 계산된 청색 컬러 값을 나타낸다. 계산된 적색 컬러 값($R'()$) 및 계산된 청색 컬러 값($B'()$)은 계산된 적색 편차($K'r()$) 및 계산된 청색 편차($K'b()$)의 각각 및 입력 녹색 컬러 값($G()$)의 합에 상응한다. 계산된 녹색 컬러 값($G'()$)은 입력된 녹색 컬러 값($G()$)과 동일하다.

[0077]

상관 관계 값 계산부(640)는 계산된 이미지 데이터(Ia)에 기초하여 상관 관계를 제공한다.

[0078]

일 실시예에서, 상관 관계 값 계산부(640)는 수학식 6에 따라서 상관 관계를 제공할 수 있다.

수학식 6

$$\rho(C2', C1) = \frac{\sum_{k=l(p)}^{r(p)} (C2'(k) - mc2)(C1(k) - mc1)}{\sqrt{\sum_{k=l(p)}^{r(p)} (C2'(k) - mc2)^2} \sqrt{\sum_{k=l(p)}^{r(p)} (C1(k) - mc1)^2}}$$

$$C2'(x) = K'c2(x) + C1(x)$$

[0079]

[0080]

수학식 6에서, $\rho()$ 는 상관 관계의 값, $l(p)$ 및 $r(p)$ 는 천이 영역(TRG)의 경계 픽셀들의 좌표들, $C2'()$ 는 로지스틱 함수($K'c2$)를 이용하여 대체된 보정 대상 컬러($C2$)의 계산된 컬러 값, $C1()$ 는 상기 기준 컬러의 컬러 값을 나타낸다.

[0081]

비교부(650)는 상관 관계 값 계산부(650)로부터 제공되는 복수의 상관 관계 값들을 비교하고, 최대의 상관 관계 값에 상응하는 계산된 이미지 데이터(Ia)를 보정된 이미지 데이터(Ic)로서 제공한다. 비교부(650)는 수학식 7에 표현된 바와 같이 상관 관계가 최대가 될 때의 보정 대상 컬러($C2$)의 계산된 컬러 값($C2'()$)을 보정 대상 컬러($C2$)의 최종적인 보정된 컬러 값($C2''()$)로서 제공한다. 기준 컬러($C1$)의 컬러 값은 보정 없이 그대로 제공될 수 있다.

수학식 7

$$C2''(x) = \arg\max_{C2'} \{\rho(C2'(x), C1(x))\}$$

[0082]

[0083]

결과적으로, 수학식 6 및 수학식 7에 의해 상관 관계가 최대가 될 때의 로지스틱 함수의 함수 값($K'c2()$) 및 기준 컬러($C1$)의 컬러 값($C1()$)의 합을 픽셀의 보정 대상 컬러($C2$)의 보정된 컬러 값($C''()$)으로 제공될 수 있다.

[0084]

컬러 프린지 보정부(600)는 로지스틱 함수의 제3 변수(γ) 및 제4 변수(τ)를 변화시키면서 상관 관계의 값들($\rho()$)을 계산하고, 상기 상관 관계의 값들 중에서 최대 값에 상응하는 최적의 로지스틱 함수를 결정할 수 있다. 이와 같이, 최적화된 또는 피팅된 로지스틱 함수에 기초하여 상기 픽셀들의 보정된 컬러 값들이 제공될 수 있다.

[0085]

일 실시예에서, 컬러 프린지 보정부(600)는 Nelder-Mead 방법에 따라서, 로지스틱 함수, 즉 보정 대상 컬러의 색차를 최적화할 수 있다. Nelder-Mead 방법에서는 변수들의 적절한 초기 값들을 선택함으로써 계산 속도가 향상될 수 있다. 예를 들어, 제3 변수(γ)는 1로 초기화되고 제4 변수(τ)는 천이 영역(TRG)의 중심에 해당하는 $|l(p) - r(p)|/2$ 로 초기화될 수 있다.

- [0086] 이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정부(600)는, 색차의 로지스틱 함수로의 모델링, 상관 관계의 최대화와 같은 컬러 왜곡이 일어나지 않는 영역의 정보를 이용하여 이미지의 색상을 손상시키지 않으면서 컬러 프린지와 같은 컬러 왜곡을 보정할 수 있다.
- [0087] 도 5a 및 도 5b는 색차 분포 및 피팅된 로지스틱 함수의 관계를 나타내는 도면들이다. 도 5a 및 도 5b에서 가로축 및 세로축은 각각 정규화된 픽셀 위치(normalized pixel position) 및 정규화된 색차(normalized color difference)를 나타낸다.
- [0088] 도 5a는 컬러 프린지에 의한 왜곡이 상대적으로 약한 영역의 경우를 나타내고 도 5b는 컬러 프린지에 의한 왜곡이 상대적으로 심한 영역의 경우를 나타낸다. 실제 이미지에서 색차(color difference)는 대체로 일정한 값을 유지하다가 객체와 배경의 경계인 에지(edge)에서 단조적으로 증가하거나 감소하는 경향을 나타낸다. 도 5b에 도시된 바와 같이 컬러 프린지가 심한 경우에는 색차가 급격하게 변화하는 특징을 나타낸다. 로지스틱 함수는 유연한 첨예도(flexible sharpness) 및 유연한 오프셋(flexible offset)의 특성을 만족한다. 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 컬러 프린지가 약한 경우에는 색차가 로지스틱 함수에 매우 근사하게 피팅되는 반면에, 컬러 프린지가 심한 경우에는 그렇지 않음을 알 수 있다.
- [0089] 본 발명의 실시예들에 따라서, 색차를 로지스틱 함수로 모델링함으로써, 상관 관계의 최대화와 같은 컬러 왜곡이 일어나지 않는 영역의 정보를 이용하여 이미지의 색상을 손상시키지 않으면서 컬러 프린지와 같은 컬러 왜곡을 보정할 수 있다.
- [0090] 도 6a 및 도 6b는 상관 관계의 분포들을 나타내는 도면들이다. 도 6a 및 도 6b에서 가로축 및 세로축은 각각 상관 관계(correlation) 및 PMF(probability mass function)을 나타낸다.
- [0091] 도 6a는 컬러 프린지에 의한 왜곡이 상대적으로 약한 영역의 경우를 나타내고 도 6b는 컬러 프린지에 의한 왜곡이 상대적으로 심한 영역의 경우를 나타낸다. 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이, 컬러 프린지가 약한 경우에는 상관 관계가 거의 1에 집중되는 반면에, 컬러 프린지가 심한 경우에는 상대적으로 감소되는 것을 알 수 있다.
- [0092] 본 발명의 실시예들에 따라서, 상관 관계를 최대화함으로써, 컬러 왜곡이 일어나지 않는 영역의 정보를 이용하여 이미지의 색상을 손상시키지 않으면서 컬러 프린지와 같은 컬러 왜곡을 보정할 수 있다.
- [0093] 도 7a 및 도 7b는 로지스틱 함수의 변수들의 분포를 나타내는 도면들이다. 도 7a에서 가로축 및 세로축은 각각 전술한 로지스틱 함수의 제3 변수(γ), 즉 첨예도(sharpness) 및 PMF(probability mass function)을 나타내고, 도 7b에서 가로축 및 세로축은 각각 전술한 로지스틱 함수의 제4 변수(τ), 즉 오프셋(offset) 및 PMF를 나타낸다.
- [0094] 로지스틱 함수는 수학적 식 1에 표현된 바와 같이 일반적으로 4개의 변수들(A, B, γ , τ)을 포함한다. 이러한 4개의 변수들을 모두 변화시키면서 상관 관계가 최대가 되도록 로지스틱 함수를 피팅하기 위해서는 많은 연산량이 요구된다.
- [0095] 일 실시예에서, 수학적 식 3에 표시된 바와 같이, 경계 픽셀들의 색차들을 이용하여 제1 변수(A) 및 제2 변수(B)를 상수 값으로 고정시킬 수 있다. 이 경우, 상기 제3 변수(γ) 및 상기 제4 변수(τ)만을 천이 영역(TSR)에 대하여 보정 대상 컬러(C2)와 기준 컬러(C1) 사이의 상관 관계가 최대가 되는 값들로 최적화하여 결정할 수 있다. 이와 같이, 로지스틱 함수의 변수들을 4개에서 2개로 감소함으로써 최적화에 필요한 연산량을 현저히 감소할 수 있다.
- [0096] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 로지스틱 함수의 첨예도는 약 1.2를 중심으로 집중되어 있는 반면에, 로지스틱 함수의 오프셋은 비교적 넓게 분산되어 있는 것을 알 수 있다.
- [0097] 일 실시예에서, 로지스틱 함수의 최적화에 필요한 연산량을 더욱 감소하기 위하여 상기 제3 변수(γ)는 상수 값(예를 들어, 1.2)으로 고정시킬 수 있다. 이 경우, 상기 제4 변수(τ)만을 천이 영역(TSR)에 대하여 보정 대상 컬러(C2)와 기준 컬러(C1) 사이의 상관 관계가 최대가 되는 값들로 최적화하여 결정할 수 있다. 이와 같이, 로지스틱 함수의 변수들을 4개에서 1개로 더욱 감소함으로써 최적화에 필요한 연산량을 현저히 감소할 수 있다.
- [0098] 도 8은 컬러 프린지 영역을 포함하는 입력 영상의 일 예를 나타내는 도면이고, 도 9a는 도 8의 입력 영상의 인텐시티 프로필을 나타내는 도면이고, 도 9b, 도 9c 및 도 9d는 회색 계열로 보정된 영상들의 인텐시티 프로필을 나타내는 도면들이고, 도 9e는 본 발명의 실시예들에 따라 보정된 영상의 인텐시티 프로필을 나타내는

도면이다.

- [0099] 도 8에는 컬러 프린지가 발생한 영역을 사각형으로 표시하고 그 확대 이미지를 함께 도시하였다. 도 9a 내지 도 9e에서 가로축 및 세로축은 각각 픽셀의 위치 및 인텐시티를 나타낸다. 도 9a 내지 도 9e에는 도 8의 사각형 내의 하나의 행에 대한 적색 컬러 값(R), 녹색 컬러 값(G), 청색 컬러 값(B), 적색 및 녹색 사이의 색차($K_r=R-G$) 및 청색 및 녹색 사이의 색차($K_b=B-G$)가 도시되어 있다.
- [0100] 도 9a 내지 도 9e를 참조하면, 픽셀 위치가 약 10 이하인 객체 영역(object region)은 대체로 인텐시티(즉 컬러 값)가 상대적으로 작고 일정하며, 픽셀 위치가 약 15 이상인 배경 영역(background region)에서는 대체로 인텐시티가 상대적으로 크고 일정하다. 객체 영역과 배경 영역의 사이에 해당하는 천이 영역에서는 컬러들의 인텐시티가 증가한다. 도 9b, 9c 및 9d의 보정 결과와 비교할 때, 본 발명의 실시예들에 따른 도 9e의 보정 결과는 특정한 컬러에 편중되지 않으며, 이미지의 색상을 손상시키지 않으면서 컬러 프린지와 같은 컬러 왜곡이 보정되었음을 알 수 있다.
- [0101] 도 10은 좌표 구성 및 천이 영역의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0102] 도 10을 참조하면, 프레임은 m개의 행들과 n개의 열들의 매트릭스 형태로 배열된 픽셀들을 포함할 수 있다. i는 픽셀 행의 번호를 j는 픽셀 열의 번호를 나타낼 때 각 픽셀의 위치는 (i,j)로 표시될 수 있다.
- [0103] 도 10에는 수평 방향을 기준으로 데이터 프로세싱을 수행할 때의 천이 영역(TRG)의 일 예가 도시되어 있다. 천이 영역(TRG)은 전술한 바와 같이 경계 픽셀들의 좌표들 (i, l(p)), (i, r(p))로 표현될 수 있다.
- [0104] 도 11은 본 발명의 실시예들에 따른 이미지 데이터의 프로세싱 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0105] 도 11을 참조하면, 제1 방향을 기준으로 컬러 프린지를 보정하고(S400) 상기 제1 방향과 수직한 제2 방향을 기준으로 컬러 프린지를 보정할 수 있다(S500). 여기서, 제1 방향을 기준으로 컬러 프린지를 보정한다는 것은 상기 제1 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 각각 포함하는 제1 천이 영역들을 검출하고 상기 제1 천이 영역들의 각각에 대하여 전술한 컬러 프린지 보정 방법을 수행하는 것을 나타낸다. 마찬가지로, 제2 방향을 기준으로 컬러 프린지를 보정한다는 것은 상기 제2 방향으로 서로 인접한 픽셀들을 각각 포함하는 제2 천이 영역들을 검출하고 상기 제2 천이 영역들의 각각에 대하여 전술한 컬러 프린지 보정 방법을 수행하는 것을 나타낸다.
- [0106] 일 실시예에서, 상기 제1 방향은 수평 방향이고 상기 제2 방향은 수직 방향일 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 제1 방향은 대각선 방향이고 상기 제2 방향은 상기 대각선 방향에 수직한 반대각선 방향일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 수평 방향을 기준으로 한 컬러 프린지 보정을 수행한 후에 상기 수직 방향을 기준으로 한 컬러 프린지 보정을 수행할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 수직 방향을 기준으로 한 컬러 프린지 보정을 수행한 후에 상기 수평 방향을 기준으로 한 컬러 프린지 보정을 수행할 수 있다.
- [0107] 전술한 바와 같이, 상기 제1 천이 영역들 및 상기 제2 천이 영역들의 각각의 천이 영역의 색차(color difference) 분포를 로지스틱 함수(logistic function)로 모델링할 수 있다. 상기 로지스틱 함수를 이용하여 상기 각각의 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정할 수 있다. 상기 각각의 천이 영역에 대하여 보정 대상 컬러와 기준 컬러 사이의 상관 관계(correlation)가 최대가 되도록 상기 천이 영역에 포함되는 픽셀들의 컬러 값들을 보정할 수 있다.
- [0108] 도 12는 하나의 방향을 기준으로 한 이미지 데이터의 프로세싱 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0109] 도 10을 참조하여 전술한 바와 같이, 픽셀의 위치는 (i,j)로 표시할 수 있고, i는 픽셀 행의 번호를 나타내고 j는 픽셀 열의 번호를 나타낼 수 있다. 도 12를 참조하여 수평 방향을 기준으로 한 이미지 데이터의 프로세싱을 설명한다. 수직 방향을 기준으로 한 이미지 데이터의 프로세싱은 도 12에서 i와 j를 바꾼 경우에 해당한다. 수직 방향을 기준으로 한 이미지 데이터의 프로세싱은 도 12의 수평 방향을 기준으로 한 이미지 데이터의 프로세싱으로부터 용이하게 이해될 수 있을 것이다.
- [0110] 도 4 및 도 12를 참조하면, 천이 영역 검출부(610)는 먼저 픽셀의 현재 위치(i,j)를 초기화 한다(S10, S11). 예를 들어, 현재 위치(i,j)를 도 10의 프레임에서 좌상의 모서리의 위치(1,1)로 초기화할 수 있다. 천이 영역 검출부(610)는 현재 위치(i,j)의 기준 컬러(예를 들어, 녹색(G))의 그래디언트 값($E_g(j)$)을 계산한다(S12). 그래디언트 값($E_g(j)$)이 임계 값(TH)보다 작은 경우(S14: NO), 천이 영역 검출부(610)는 현재 위치(i,j)의 열 번호(j)를 1만큼 증가하고(S16) 현재 위치(i,j)의 기준 컬러의 그래디언트 값($E_g(j)$)을 계산한다(S12).
- [0111] 그래디언트 값($E_g(j)$)이 임계 값(TH) 이상인 경우(S14: YET), 천이 영역 검출부(610)는 전술한 바와 같이 천이

영역 검출하고(S110) 천이 영역 정보(ITRG)를 제공한다. 함수 값 계산부(620), 컬러 값 계산부(630), 상관 관계 값 계산부(640) 및 비교부(650)는 전술한 바와 같이, 색차의 로지스틱 함수로의 모델링(S210) 및 보정 대상 컬러(R, B)의 컬러 값들의 보정(S310)을 수행한다.

[0112] 현재 위치(i, j)가 마지막 열(n)에 해당하지 않는 경우(S18: NO), 천이 영역 검출부(610)는 현재 위치(i, j)의 열 번호(j)를 천이 영역(TRG)의 경계 픽셀의 다음 열 번호(r(p)+1)로 설정하고(S20) 전술한 단계들(S12-S30)을 반복한다.

[0113] 현재 위치(i, j)가 마지막 열(n)에 해당하는 경우(S18: YES), 천이 영역 검출부(610)는 현재 위치(i, j)가 마지막 행(m)에 해당하는지를 판단한다(S24). 현재 위치(i, j)가 마지막 행(m)에 해당하지 않는 경우(S24: NO), 천이 영역 검출부(610)는 현재 위치(i, j)의 행 번호(i)를 1만큼 증가하고(S26) 현재 위치(i, j)의 열 번호(j)를 초기화한(S11)에 전술한 단계들(S12~S18)을 반복한다. 현재 위치(i, j)가 마지막 행(m)에 해당하는 경우(S24: YES), 컬러 프린지 보정부(600)는 수평 방향을 기준으로 한 이미지 데이터의 프로세싱을 종료한다.

[0114] 도 13은 본 발명의 실시예들에 따른 이미지 신호 프로세서를 나타내는 블록도이다.

[0115] 도 13을 참조하면, 이미지 신호 프로세서(401)는 전처리부(pre-processor)(500), 컬러 프린지 보정부(color fringe corrector)(600), 포화 보정부(desaturator)(650) 및 후처리부(post-processor)(700)를 포함할 수 있다. 전처리부(500)는 보간기(interpolator)(510) 및 필터(filter)(520)를 포함할 수 있다. 도 13의 이미지 신호 프로세서(401)는 도 3의 이미지 신호 프로세서(400)와 비교하여 포화 보정부(650)를 더 포함한다.

[0116] 보간기(510)는 이미지 센서(200)로부터 제공되는 RGB 베이어 이미지 데이터를 RGB 풀 컬러 이미지 데이터로 변환하는 보간 동작을 수행한다. RGB 베이어 이미지 데이터는 각각의 픽셀마다 R, G, B 중 하나의 컬러 값이 매칭되는 포맷으로 표현되고, RGB 풀 컬러 이미지 데이터는 각각의 픽셀마다 R, G, B 컬러 값들이 매칭되는 포맷으로 표현된다. 보간기(510)는 RGB 베이어 이미지 데이터를 기초로 픽셀 더블링 보간(pixel doubling interpolation), 이선형 보간(bilinear interpolation) 등을 수행하여 RGB 풀 컬러 이미지 데이터를 생성할 수 있다.

[0117] 필터(520)는 이미지 데이터의 노이즈를 제거하는 필터링 동작을 수행한다. 예를 들어, 필터(430)는 영상 내의 에지 성분들은 보존하면서 스무딩(smoothing)을 수행하는 양방향 필터(bilateral filter)일 수 있다. 양방향 필터는 비선형 필터로서 출력값이 입력의 적응적 평균에 의해 나타난다. 잡음이 섞인 입력 영상이 들어왔을 때 잡음을 제거하기 위해 저역 필터인 가우시안 함수를 사용한다. 이때 입력 영상에서 주변 픽셀의 밝기 값의 차를 입력으로 하는 강도기반 에지 스톱 함수를 거리기반 가우시안 필터 계수의 가중치로 사용한다. 즉 밝기 값의 차이가 크고, 에지 성분이 있는 부분에 대해서는 가우시안 필터 계수의 가중치를 낮게 해서 에지가 흐려지는 것을 막고, 밝기 값의 차이가 작은, 평탄면에 대해서는 가중치를 크게 하여 잡음을 제거하게 된다. 전술한 바와 같이, 필터(520)는 양방향 필터링을 통하여 포화 영역 내에서 노이즈에 의해 발생할 수 있는 고립된 영역이나 홀(hole)들을 제거할 수 있다. 한편, 다양한 이미지 센서 내의 노이즈, 컬러 필터 어레이의 보간에 따라서 포화가 발생한 픽셀들의 컬러 값들이 실제보다 작게 검출되는 경우가 발생한다. 양방향 필터는 이와 같은 포화 영역의 불충분한 검출을 완화할 수 있다.

[0118] 일 실시예에서, 먼저 보간 동작이 수행되고 보간된 이미지 데이터에 대해서 노이즈 필터링이 수행될 수 있다. 다른 실시예에서, 먼저 노이즈 필터링이 수행되고 노이즈가 제거된 이미지 데이터에 대해서 보간 동작이 수행될 수 있다. 또 다른 실시예에서 보간 동작과 노이즈 필터링이 동시에 수행될 수도 있다.

[0119] 컬러 프린지 보정부(600)는 전처리부(410)로부터 노이즈가 제거된 RGB 풀컬러 이미지 데이터를 수신하여 컬러 프린지 보정 및 이를 이용한 이미지 데이터의 프로세싱을 수행할 수 있다. 포화 보정부(650)는 컬러 프린지 보정부(600)로부터의 보정된 이미지 데이터를 수신하고 포화 영역에 포함되는 포화 픽셀들의 컬러 값들을 보정할 수 있다. 보정된 이미지 데이터는 추가적인 처리를 위하여 후처리부(700)로 제공된다.

[0120] 일반적으로 천이 영역과 포화 영역은 서로 인접할 수 있다. 포화 보정부(650)는 천이 영역의 정보와 같이 컬러 프린지 보정부(600)에서 이미 구해진 정보들을 이용하여 포화 영역의 보정을 효율적으로 수행할 수 있다.

[0121] 도 14는 이미지 데이터의 프로세싱에 따른 최대 신호 대 잡음비를 나타내는 도면이다.

[0122] 도 14에는 다양한 샘플 영상들(PIC1, PIC2, PIC3)을 이용하여 정량적 평가를 수행한 결과를 나타낸다. 첫 번째 이미지(PIC1)는 도 8의 도시된 것과 동일한 이미지이다. 정량적인 평가를 위해 수학적 8의 PSNR (peak signal-to-noise ratio) 값을 이용할 수 있다.

수학식 8

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right)$$

[0123]

[0124]

수학식 8에서 MSE는 선택된 영역의 인텐시티의 분산을 나타낸다. 제1 경우(CASE1)는 원본 이미지, 제2 경우(CASE2), 제3 경우(CASE3) 및 제5 경우(CASE4)는 회색 계열로 보정된 이미지, 제5 경우(CASE5)는 본 발명의 일 실시예에 따라 보정된 이미지에 해당한다. 본 발명에 따라서, 이미지의 색상을 손상시키지 않으면서 컬러 프린지와 같은 컬러 왜곡을 보정할 수 있다. 따라서 회색 계열로 보정된 경우들(CASE2, CASE3, CASE4) 비교할 때, 본 발명에 따라 보정된 경우(CASE5)는 MSE가 작은 값으로 계산되므로 가장 큰 PSNR 값을 보인다.

[0125]

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

[0126]

도 15를 참조하면, 컴퓨팅 시스템(1000)은 프로세서(1010), 메모리 장치(1020), 저장 장치(1030), 입출력 장치(1040), 파워 서플라이(1050) 및 이미지 센서(900)를 포함할 수 있다. 한편, 도 15에는 도시되지 않았지만, 컴퓨팅 시스템(1000)은 비디오 카드, 사운드 카드, 메모리 카드, USB 장치 등과 통신하거나, 또는 다른 전자 기기와 통신할 수 있는 포트(port)들을 더 포함할 수 있다.

[0127]

프로세서(1010)는 특정 계산들 또는 태스크(task)들을 수행할 수 있다. 실시예에 따라, 프로세서(1010)는 마이크로프로세서(micro-processor), 중앙 처리 장치(Central Processing Unit; CPU)일 수 있다. 프로세서(1010)는 어드레스 버스(address bus), 제어 버스(control bus) 및 데이터 버스(data bus)를 통하여 메모리 장치(1020), 저장 장치(1030), 촬영 장치(900) 및 입출력 장치(1040)와 통신을 수행할 수 있다. 실시예에 따라, 프로세서(1010)는 주변 구성요소 상호연결(Peripheral Component Interconnect; PCI) 버스와 같은 확장 버스에도 연결될 수 있다. 메모리 장치(1020)는 컴퓨팅 시스템(1000)의 동작에 필요한 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리 장치(1020)는 디램(DRAM), 모바일 디램, 에스램(SRAM), 피램(PRAM), 에프램(FRAM), 알램(RRAM) 및/또는 엠램(MRAM)으로 구현될 수 있다. 저장 장치(1030)는 솔리드 스테이트 드라이브(solid state drive), 하드 디스크 드라이브(hard disk drive), 씨디롬(CD-ROM) 등을 포함할 수 있다. 입출력 장치(1040)는 키보드, 키패드, 마우스 등과 같은 입력 수단 및 프린터, 디스플레이 등과 같은 출력 수단을 포함할 수 있다. 파워 서플라이(1050)는 전자 기기(1000)의 동작에 필요한 동작 전압을 공급할 수 있다.

[0128]

이미지 센서(900)는 프로세서(1010)와 함께 하나의 칩에 집적될 수도 있고, 서로 다른 칩에 각각 집적될 수도 있다. 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정부는 프로세서(1010)에 포함될 수도 있고, 이미지 센서(900) 내에 포함될 수도 있다.

[0129]

컴퓨팅 시스템(1000)은 다양한 형태들의 패키지로 구현될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 시스템(1000)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.

[0130]

한편, 컴퓨팅 시스템(1000)은 본 발명의 실시예들에 따른 동작 인식 방법을 수행하는 모든 컴퓨팅 시스템으로 해석되어야 할 것이다. 예를 들어, 컴퓨팅 시스템(1000)은 디지털 카메라, 이동 전화기, 피디아이(Personal Digital Assistants; PDA), 피엠펙(Portable Multimedia Player; PMP), 스마트폰 등을 포함할 수 있다.

[0131]

도 16은 도 15의 컴퓨팅 시스템에서 사용되는 인터페이스의 일 예를 나타내는 블록도이다.

[0132]

도 16을 참조하면, 컴퓨팅 시스템(1100)은 MIPI 인터페이스를 사용 또는 지원할 수 있는 데이터 처리 장치로 구현될 수 있고, 어플리케이션 프로세서(1110), 이미지 센서(1140) 및 디스플레이(1150) 등을 포함할 수 있다. 어플리케이션 프로세서(1110)의 CSI 호스트(1112)는 카메라 시리얼 인터페이스(Camera Serial Interface; CSI)를 통하여 이미지 센서(1140)의 CSI 장치(1141)와 시리얼 통신을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, CSI 호스트(1112)는 디시리얼라이저(DER)를 포함할 수 있고, CSI 장치(1141)는 시리얼라이저(SER)를 포함할 수 있다. 어플

리케이션 프로세서(1110)의 DSI 호스트(1111)는 디스플레이 시리얼 인터페이스(Display Serial Interface; DSI)를 통하여 디스플레이(1150)의 DSI 장치(1151)와 시리얼 통신을 수행할 수 있다.

[0133] 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정부는 어플리케이션 프로세서(1110)에 포함될 수도 있고, 이미지 센서(1140) 내에 포함될 수도 있다.

[0134] 일 실시예에서, DSI 호스트(1111)는 시리얼라이저(SER)를 포함할 수 있고, DSI 장치(1151)는 디시리얼라이저(DES)를 포함할 수 있다. 나아가, 컴퓨팅 시스템(1100)은 어플리케이션 프로세서(1110)와 통신을 수행할 수 있는 알에프(Radio Frequency; RF) 칩(1160)을 더 포함할 수 있다. 컴퓨팅 시스템(1100)의 PHY(1113)와 RF 칩(1160)의 PHY(1161)는 MIPI(Mobile Industry Processor Interface) DigRF에 따라 데이터 송수신을 수행할 수 있다. 또한, 어플리케이션 프로세서(1110)는 PHY(1161)의 MIPI DigRF에 따른 데이터 송수신을 제어하는 DigRF MASTER(1114)를 더 포함할 수 있다.

[0135] 한편, 컴퓨팅 시스템(1100)은 지피에스(Global Positioning System; GPS)(1120), 스토리지(1170), 마이크(1180), 디램(Dynamic Random Access Memory; DRAM)(1185) 및 스피커(1190)를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 시스템(1100)은 초광대역(Ultra WideBand; UWB)(1210), 무선 랜(Wireless Local Area Network; WLAN)(1220) 및 와이맥스(Worldwide Interoperability for Microwave Access; WIMAX)(1230) 등을 이용하여 통신을 수행할 수 있다. 다만, 컴퓨팅 시스템(1100)의 구조 및 인터페이스는 하나의 예시로서 이에 한정되는 것이 아니다.

[0136] 전술한 바와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정 방법 및 이미지 데이터의 프로세싱 방법은, 색차의 로지스틱 함수로의 모델링, 상관 관계의 최대화와 같은 컬러 왜곡이 일어나지 않는 영역의 정보를 이용하여 이미지의 색상을 손상시키지 않으면서 컬러 프린지와 같은 컬러 왜곡을 보정할 수 있다.

[0137] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정 방법 및 이미지 데이터의 프로세싱 방법은, 로지스틱 함수의 최적화에 필요한 변수들을 감소하여 보정에 필요한 연산량을 감소할 수 있다.

[0138] 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 본 발명의 실시예들이 시스템, 방법, 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터로 판독 가능한 프로그램 코드를 포함하는 제품 등의 형태로 구현될 수 있음을 이해할 것이다. 상기 컴퓨터로 판독 가능한 프로그램 코드는 다양한 컴퓨터 또는 다른 데이터 처리 장치의 프로세서로 제공될 수 있다. 상기 컴퓨터로 판독 가능한 매체는 컴퓨터로 판독 가능한 신호 매체 또는 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체일 수 있다. 상기 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체는 명령어 실행 시스템, 장비 또는 장치 내에 또는 이들과 접속되어 프로그램을 저장하거나 포함할 수 있는 임의의 유형적인 매체일 수 있다.

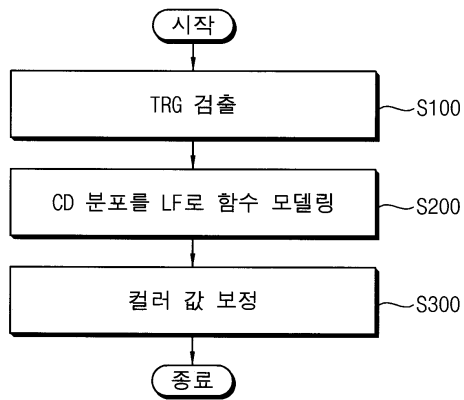
산업상 이용가능성

[0139] 본 발명의 실시예들에 따른 컬러 프린지 보정 방법 및 이미지 데이터의 프로세싱 방법은 영상의 화질 개선을 위하여 이미지 센서 및 이를 포함하는 시스템에서 유용하게 이용될 수 있다. 특히 고속 동작이 요구되고 전력 감소가 요구되는 컴퓨터(computer), 노트북(laptop), 핸드폰(cellular), 스마트폰(smart phone), MP3 플레이어, 피디에이(Personal Digital Assistants; PDA), 피엠펙(Portable Multimedia Player; PMP), 디지털 TV, 디지털 카메라, 포터블 게임 콘솔(portable game console) 등과 같은 전자 기기에 적용될 수 있다.

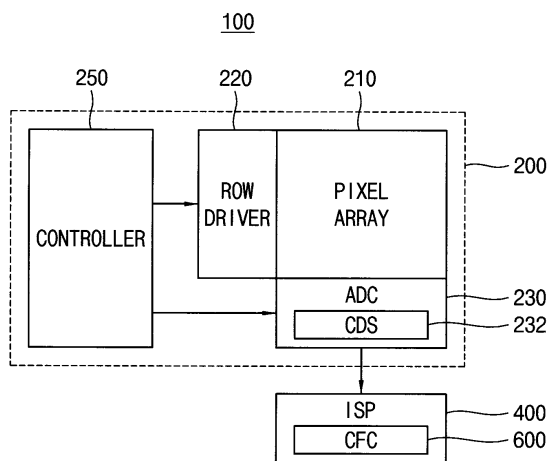
[0140] 상기에서는 본 발명이 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 것이다.

도면

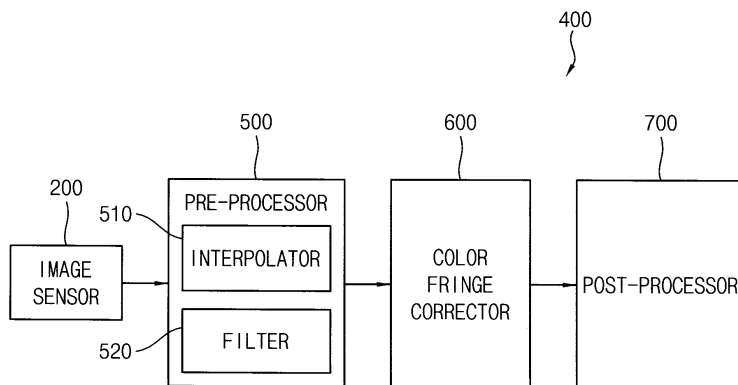
도면1



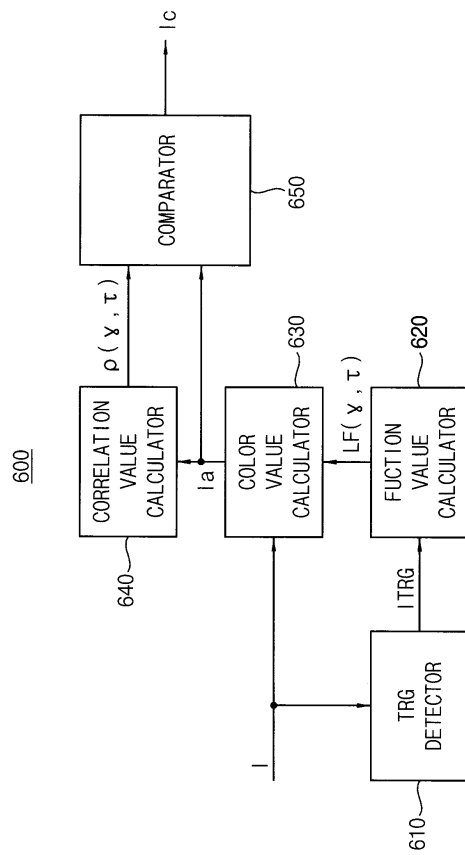
도면2



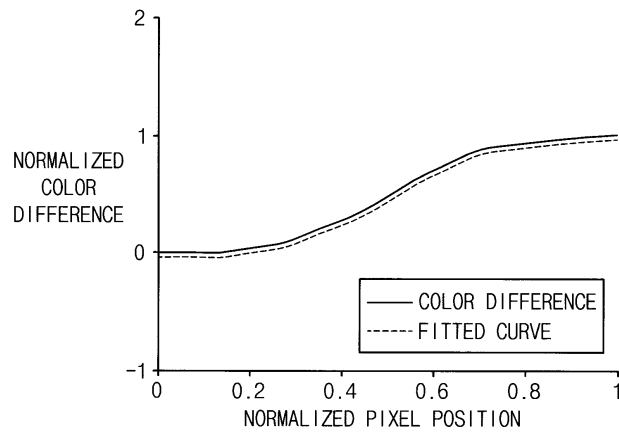
도면3



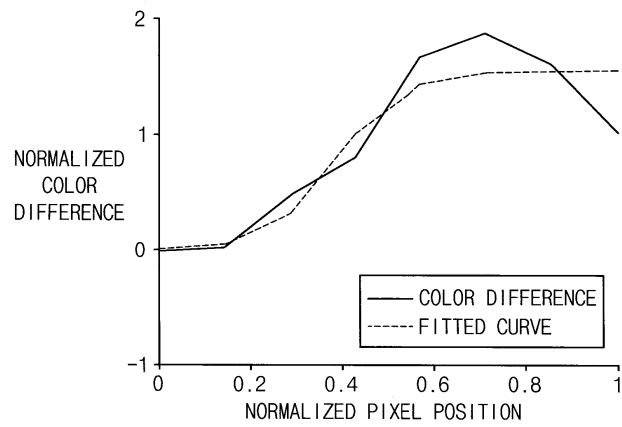
도면4



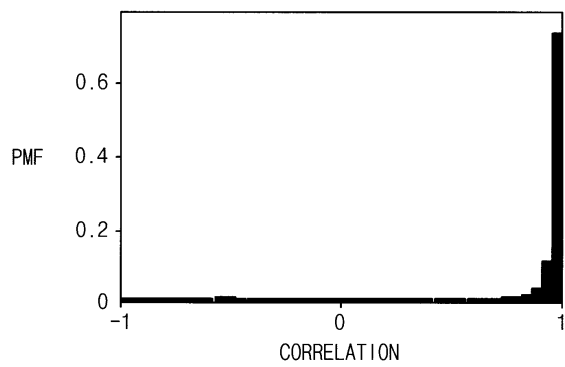
도면5a



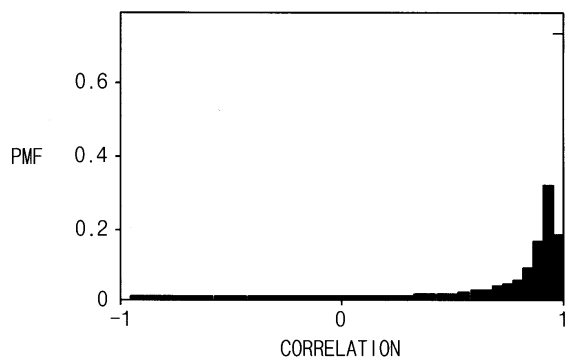
도면5b



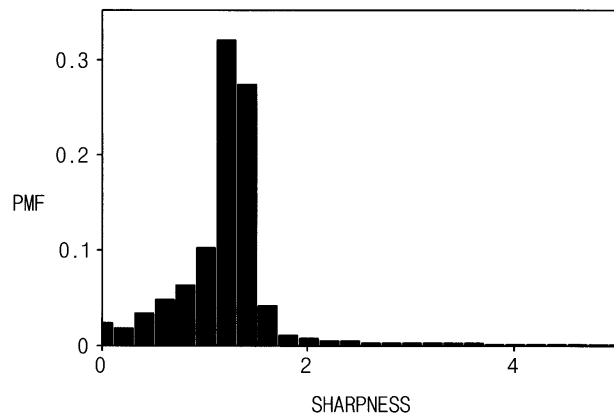
도면6a



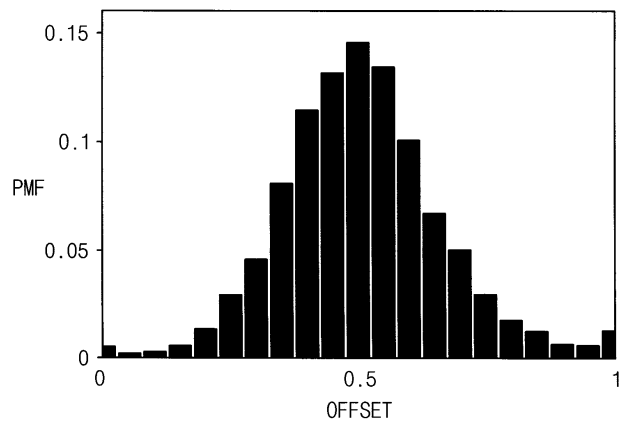
도면6b



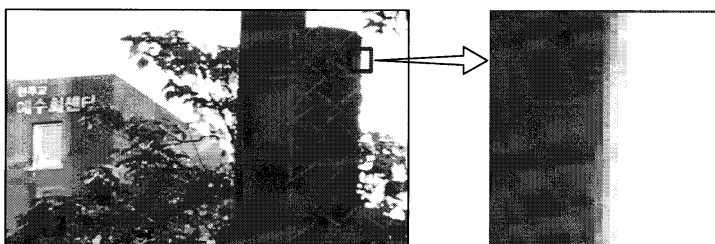
도면7a



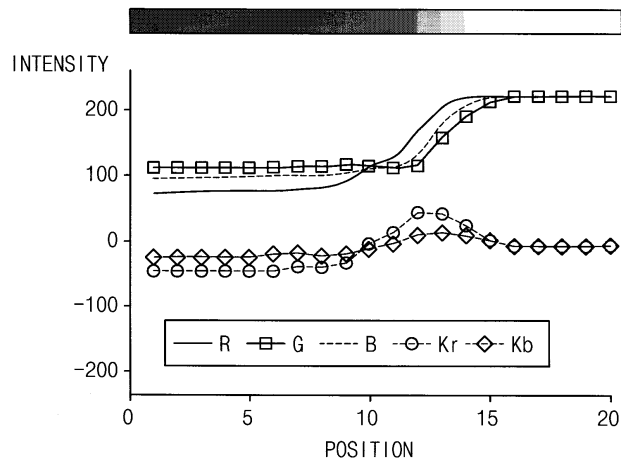
도면7b



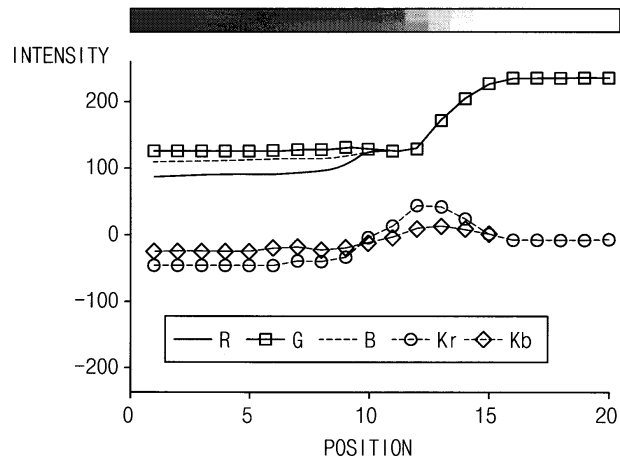
도면8



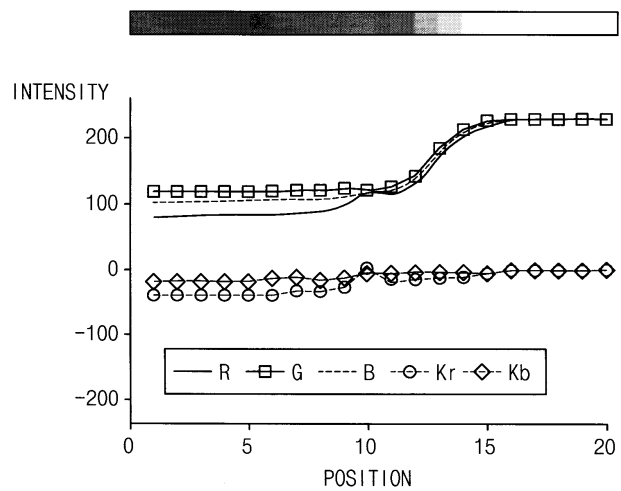
도면9a



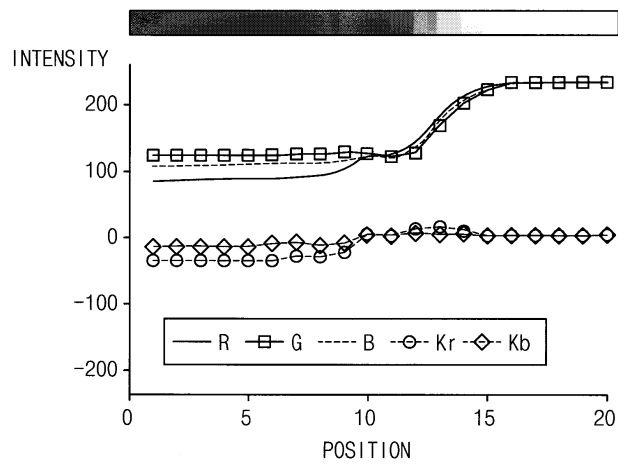
도면9b



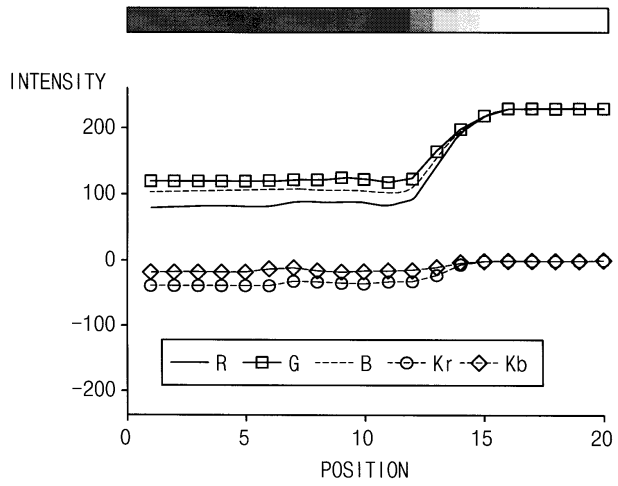
도면9c



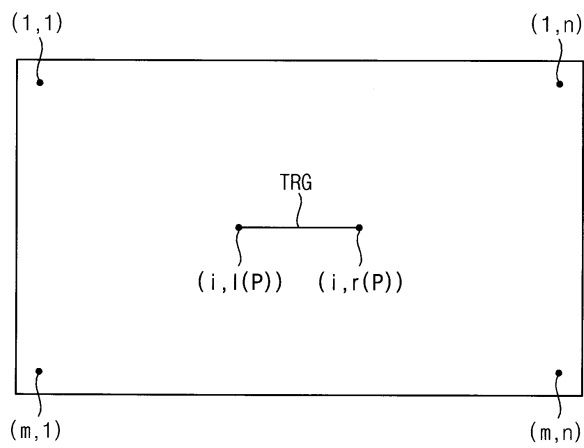
도면9d



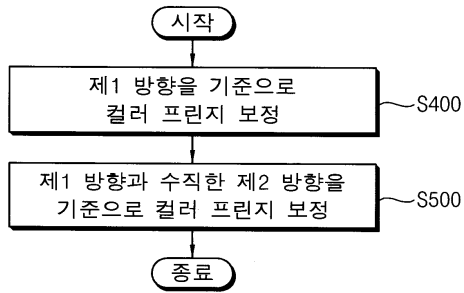
도면9e



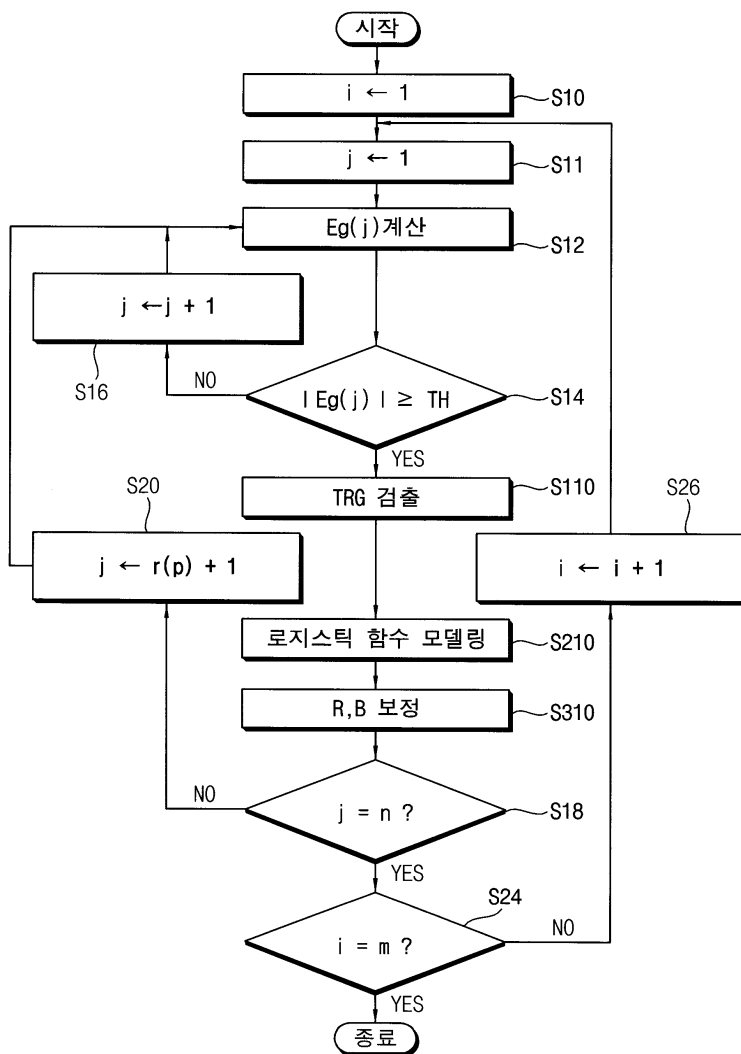
도면10



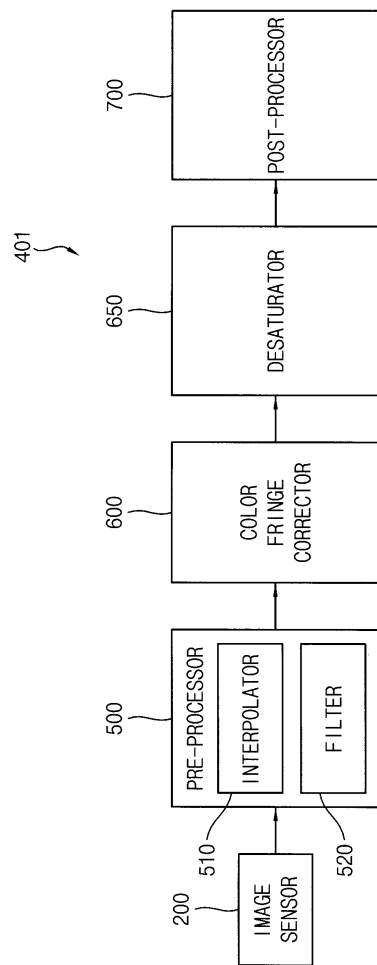
도면11



도면12



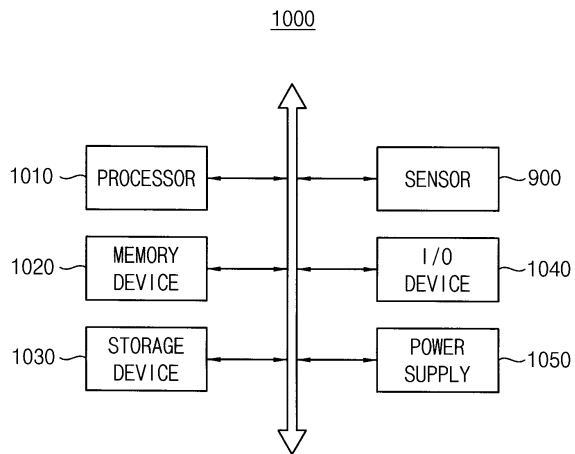
도면13



도면14

SAMPLE PICTURE	PSNR(dB)				
	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5
PIC1	36.88	38.79	37.79	38.72	39.34
PIC2	32.30	36.31	34.60	36.47	37.30
PIC3	34.90	35.96	35.19	36.19	36.31

도면15



도면16

