

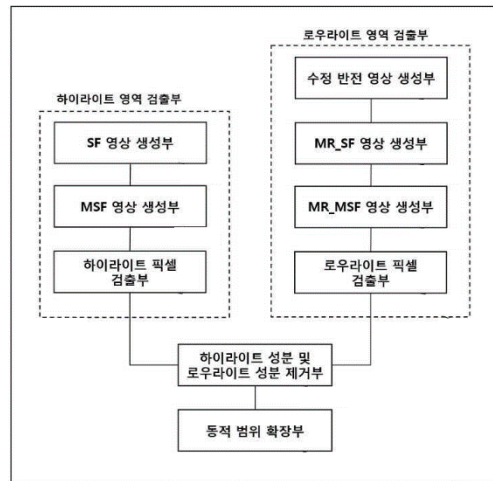


- 이름 : 김기두
- 소속 : 전자공학부
- 연구분야 : 융합전자공학

저노출로 인한 소실 정보를 복구하는 HDR 영상 생성 장치

기술개요

- 본 기술은 영상처리를 이용하여 *LDR영상으로부터 *HDR 영상을 생성하는 기술이다.
- 본 기술에 따르면 LDR 영상으로부터 실시간으로 HDR 영상을 생성할 수 있으며, 향상 된 처리속도 및 고품질의 영상을 획득할 수 있다.



- * LDR(Low Dynamic Range)
- * HDR(High Dynamic Range)

기술성

- 합성 방법과 영상품질 개선
- 하이라이트 및 로우라이트 영역 최적화 구현
- 처리속도 향상 및 실시간 구현 가능

대표청구항

- 영상처리를 이용하여 LDR(Low Dynamic Range) 영상으로부터 HDR(High Dynamic Range) 영상을 생성하는 장치에 있어서, 원본 LDR 영상에서 하이라이트(Highlight) 영역을 검출하기 위한 하이라이트 영역 검출부; 상기 원본 LDR 영상에서 로우라이트(Low-light) 영역을 검출하기 위한 로우라이트 영역 검출부; 상기 검출된 하이라이트 영역 및 상기 검출된 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 성분 중에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분을 각각 제거하기 위한 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부; 및...

지식재산권

- 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치 및 방법 (10-1874738)



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월04일
(11) 등록번호 10-1874738
(24) 등록일자 2018년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/007 (2013.01)
G06T 5/002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0018666
(22) 출원일자 2017년02월10일
심사청구일자 2017년02월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130069400 A*
JP2012125469 A*
JP2015213234 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
국민대학교산학협력단
서울특별시 성북구 정릉로 77 (정릉동, 국민대학교)
(72) 발명자
김진산
서울특별시 강남구 논현로4길 54, 201호(개포동, 로얄빌)
김기두
서울특별시 강남구 영동대로 210, 5동 1201호(대치동, 쌍용아파트)
(74) 대리인
특허법인 피씨알

전체 청구항 수 : 총 9 항

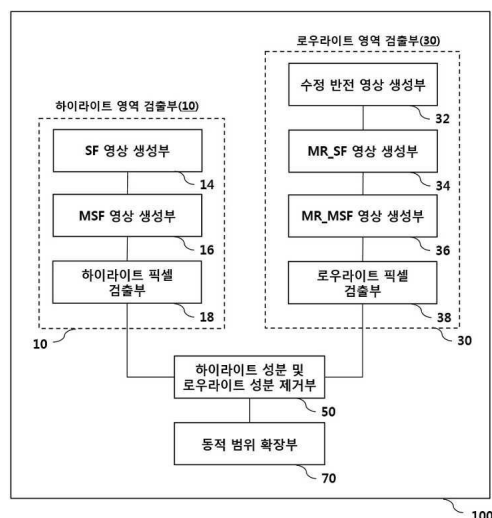
심사관 : 김광식

(54) 발명의 명칭 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR(Low Dynamic Range) 영상으로부터 HDR(High Dynamic Range) 영상을 생성하는 장치는, 원본 LDR 영상에서 하이라이트(Highlight) 영역을 검출하기 위한 하이라이트 영역 검출부, 원본 LDR 영상에서 로우라이트(Low-light) 영역을 검출하기 위한 로우라이트 영역 검출부, 검출된 하이라이트 영역 및 검출된 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 성분 중에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분을 각각 제거하기 위한 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부 및 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분이 제거된 영상의 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성하기 위한 동적 범위 확장부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 2207/20016 (2013.01)

G06T 2207/20208 (2013.01)

G06T 2207/20221 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0441274

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 이공계전문가기술개발서포터즈사업

연구과제명 영상처리를 이용한 LDR 카메라 영상으로부터 HDR 영상 구현

기 여 율 1/3

주관기관 국민대학교산학협력단

연구기간 2016.12.01 ~ 2017.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016-A-0007-010100

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 산학협력 선도대학(LINC)육성사업

연구과제명 [산공과제]가시광영상과 비가시광영상의 융합을 통한Future Mobility 응용

기 여 율 1/3

주관기관 국민대학교산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2017.01.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1A5A7037615

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 선도연구센터지원사업 융합분야(CRC)

연구과제명 모듈형 스마트 패션 플랫폼 연구센터

기 여 율 1/3

주관기관 국민대학교산학협력단

연구기간 2015.08.01 ~ 2022.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

영상처리를 이용하여 LDR(Low Dynamic Range) 영상으로부터 HDR(High Dynamic Range) 영상을 생성하는 장치에 있어서,

원본 LDR 영상에서 하이라이트(Highlight) 영역을 검출하기 위한 하이라이트 영역 검출부;

상기 원본 LDR 영상에서 로우라이트(Low-light) 영역을 검출하기 위한 로우라이트 영역 검출부;

상기 검출된 하이라이트 영역 및 상기 검출된 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 성분 중에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분을 각각 제거하기 위한 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부; 및

상기 원본 LDR 영상에서 상기 하이라이트 성분 및 상기 로우라이트 성분이 제거된 영상의 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성하기 위한 동적 범위 확장부를 포함하고,

상기 하이라이트 영역 검출부는,

상기 원본 LDR 영상에서 SF(Specular Free) 영상을 생성하기 위한 SF 영상 생성부; 및

상기 생성된 SF 영상을 이용하여 MSF(Modified Specular Free) 영상을 생성하기 위한 MSF 영상 생성부를 포함하고,

상기 SF 영상 생성부에서는,

$SF_i(x,y) = I_i(x,y) - \min(I_R(x,y), I_G(x,y), I_B(x,y))$ 에 의하여 상기 원본

LDR 영상에서 SF영상이 생성되고, $I_i(x,y)$ 는 원본 LDR 영상의 강도값이고, i는 영상의 픽셀 번호, x, y는 영상의 좌표를 나타내며,

상기 MSF 영상 생성부에서는,

$MSF_i(x,y) = SF_i(x,y) + \bar{I}_{\min}(x,y)$ 에 의하여 상기 SF 영상을 이용하여 MSF

영상이 생성되고, $\bar{I}_{\min}(x,y)$ 는 모든 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값 중 최소값들의 평균을 나타내는 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하이라이트 영역 검출부는,

상기 원본 LDR 영상과 상기 생성된 MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 상기 계산된 차이값과 오투(Otsu's) 임계값을 비교하여, 상기 하이라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하기 위한 하이라이트 픽셀 검출부를 더 포함하는 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 로우라이트 영역 검출부는,

보상값을 이용하여 상기 원본 LDR 영상의 수정 반전 영상(Modified Reversed Image)을 획득하기 위한 수정 반전 영상 생성부;

상기 획득된 수정 반전 영상에서 MR_SF(Modified Reversed_Specular Free) 영상을 생성하기 위한 MR_SF 영상 생성부;

상기 생성된 MR_SF 영상을 이용하여 MR_MSF(Modified Reversed_Modified_Specular Free) 영상을 생성하기 위한 MR_MSF 영상 생성부; 및

상기 획득된 수정 반전 영상과 상기 생성된 MR_MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 상기 계산된 차이값과 오프(Otsu's) 임계값을 비교하여, 상기 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하기 위한 로우라이트 픽셀 검출부를 포함하는 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 원본 LDR 영상에서 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 검출하고, 상기 검출된 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역이 상기 하이라이트 영역 또는 상기 로우라이트 영역으로 검출되는 것을 방지하기 위한 실제 검정색 및 실제 흰색 영역 검출부를 더 포함하는 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치.

청구항 5

영상처리를 이용하여 LDR(Low Dynamic Range) 영상으로부터 HDR(High Dynamic Range) 영상을 생성하는 방법에 있어서,

원본 LDR 영상에서 하이라이트(Highlight) 영역을 검출하는 단계;

상기 원본 LDR 영상에서 로우라이트(Low-light) 영역을 검출하는 단계;

상기 검출된 하이라이트 영역 및 상기 검출된 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 성분 중에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분을 각각 제거하는 단계; 및

상기 원본 LDR 영상에서 상기 하이라이트 성분 및 상기 로우라이트 성분이 제거된 영상의 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 원본 LDR 영상에서 하이라이트 영역을 검출하는 단계는,

상기 원본 LDR 영상에서 SF(Specular Free) 영상을 생성하는 단계; 및

상기 생성된 SF 영상을 이용하여, MSF(Modified Specular Free) 영상을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 원본 LDR 영상에서 SF(Specular Free) 영상을 생성하는 단계에서는,

$SF_i(x,y) = I_i(x,y) - \min(I_R(x,y), I_G(x,y), I_B(x,y))$ 에 의하여 상기 원본

LDR 영상에서 SF영상이 생성되고, $I_i(x,y)$ 는 원본 LDR 영상의 강도값이고, i는 영상의 픽셀 번호, x, y는 영상의 좌표를 나타내며,

상기 생성된 SF 영상을 이용하여 MSF영상을 생성하는 단계에서는,

$MSF_i(x,y) = SF_i(x,y) + \bar{I}_{\min}(x,y)$ 에 의하여 상기 SF 영상을 이용하여 MSF

영상이 생성되고, $\bar{I}_{\min}(x,y)$ 는 모든 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값 중 최소값들의 평균을 나타내

는 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 원본 LDR 영상에서 하이라이트 영역을 검출하는 단계는,

상기 원본 LDR 영상과 상기 생성된 MSF(Modified Specular Free) 영상과의 차이값을 계산하고, 상기 계산된 차이값과 오츠(Otsu's) 임계값을 비교하여 상기 하이라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하는 단계를 더 포함하는 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 원본 LDR 영상으로부터 로우라이트(Low-light) 영역을 검출하는 단계는,

보상값을 이용하여 LDR 영상의 수정 반전 영상을 획득하는 단계;

상기 획득된 수정 반전 영상에서 MR_SF(Modified Reversed_Specular Free) 영상을 생성하는 단계;

상기 생성된 MR_SF 영상을 이용하여, MR_MSF(Modified Reversed_Modified_Specular Free) 영상을 생성하는 단계; 및

상기 획득된 수정 반전 영상과 상기 생성된 MR_MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 상기 계산된 차이값과 오츠(Otsu's) 임계값을 비교하여 상기 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하는 단계를 포함하는 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 원본 LDR 영상에서 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 검출하고, 상기 검출된 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역이 상기 하이라이트 영역 또는 상기 로우라이트 영역으로 검출되는 것을 방지하는 단계를 더 포함하는 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법.

청구항 9

제 5 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항의 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 원본 LDR 영상에서 광원 또는 광원에 의해 반사된 영역인 하이라이트(Highlight) 영역과 그늘 또는 저노출로 인하여 정보가 소실된 로우라이트(Low-light) 영역에 대한 정보를 영상처리를 통해 복구하고 동적 범위를 확장시킴으로써, 원본 LDR 영상에서 시각적인 정보의 양을 확대시킴과 동시에 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

- [0002] 현재, 블랙박스, CCTV, 자율주행자동차 등 다양한 분야에서 카메라가 사용됨에 따라 촬영된 영상에서 더 많은 정보의 획득을 위해서 더 넓은 동적 범위(HDR: High Dynamic Range)를 가진 HDR 영상을 필요로 하는 경우가 많아지고 있다. 다만, HDR 영상을 획득하기 위해서는 고가의 HDR 카메라를 이용해야 하는 문제점이 존재하며, HDR 영상을 획득하는 데 있어서도 많은 어려움이 존재한다는 점에서 좁은 동적 범위(LDR: Low Dynamic Range)를 가진 LDR 영상을 영상 처리(image processing)하여 HDR 영상을 획득하는 방법에 대하여 많은 연구가 이루어지고 있다.
- [0003] 최근에는, 각각 다른 노출시간으로 촬영된 복수의 LDR 영상을 합성하면서 동적 범위를 확장하여 HDR 영상을 생성하거나, 단일 프레임의 LDR 영상을 다른 밝기값(노출값)을 가지는 LDR 영상들로 분해한 후 다시 합성하면서 동적 범위를 확장하여 HDR 영상을 생성하는 등, 복수의 LDR 영상들을 합성하여 HDR 영상을 생성하는 방법들이 주로 연구되고 있다. 다만, 각각 다른 노출시간으로 촬영된 복수의 LDR 영상을 합성하면서 동적 범위를 확장하여 HDR 영상을 생성하는 방법은 영상 장치의 움직임에 의해 야기되는 고스트 현상이 발생할 수 있으며, 단일 프레임의 LDR 영상에서 복수의 노출 영상을 생성하고, 밝기를 정규화하고, 디테일을 추정하여 합성하는 방법으로 HDR 영상을 생성하는 방법은 영상의 분해, 합성 방법이 복잡하고, 좋은 품질의 HDR 영상을 생성하기 어렵다는 문제점이 존재하였다.
- [0004] 또한, 단일 프레임의 LDR 영상에서는 조명 또는 노출 시간에 대응하여, 노출 시간이 길어서 발생하는 광원 또는 광원에 반사된 영역인 하이라이트(Highlight) 영역 및 조명이 충분하지 않거나 노출 시간이 짧아서 생기는 로우라이트(Low-light) 영역이 발생될 수 있다. 좁은 동적 범위(LDR: Low Dynamic Range)를 가진 LDR 영상에서는 하이라이트 영역 및 로우라이트 영역이 시각 정보량이 적은 관계로 크게 문제되지 않을 수 있으나, 넓은 동적 범위(HDR: High Dynamic Range)를 가진 HDR 영상으로 동적 범위가 확장(dynamic range expansion) 될 때에는 HDR 영상이 가진 넓은 동적 범위로 인하여 하이라이트 영역 및 로우라이트 영역이 부자연스럽게 보일 수 있다.
- [0005] 다만, HDR 영상 생성 방법에서 광원 또는 광원에 반사된 영역인 하이라이트 영역을 제거하는 방법만이 주로 연구되고 있으나, 조명이 충분하지 않거나 노출 시간이 짧아서 생기는 로우라이트 영역으로 인하여 생기는 시각적 정보 손실이 적지 않다는 점에서, LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법에서는 하이라이트 영역뿐만 아니라 로우라이트 영역을 검출하고, 제거하는 영상 처리 방법에 대해서도 연구가 수행될 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2013-0040321호 "단일 프레임 기반의 높은 동적 대역 영상 생성장치 및 방법" (2013.04.24. 공개)
- (특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2014-0072980호 "단일 영상을 이용한 HDR 영상 생성 장치 및 방법" (2014.06.16. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로, 원본 LDR 영상에서 광원 또는 광원에 의해 반사된 영역인 하이라이트(Highlight) 영역과 그늘 또는 저노출로 인하여 정보가 소실된 로우라이트(Low-light) 영역에 대한 정보를 영상처리를 통해 복구하고 동적 범위를 확장시킴으로써, 원본 LDR 영상에서 시각적인 정보의 양을 확대시킴과 동시에 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성하는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR(Low Dynamic Range) 영상으로부터 HDR(High Dynamic Range) 영상을 생성하는 장치는, 원본 LDR 영상에서 하이라이트(Highlight) 영역을 검출하기 위한 하이라이트 영역 검출부, 원본 LDR 영상에서 로우라이트(Low-light) 영역을 검출하기 위한 로우라이트 영역 검출부, 검출된 하이라이트 영역 및 검출된 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 성분 중에서 하

라이트 성분 및 로우라이트 성분을 각각 제거하기 위한 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부 및 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분이 제거된 영상의 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성하기 위한 동적 범위 확장부를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 하이라이트 영역 검출부는, 원본 LDR 영상에서 SF(Specular Free) 영상을 생성하기 위한 SF 영상 생성부, 생성된 SF 영상을 이용하여 MSF(Modified Specular Free) 영상을 생성하기 위한 MSF 영상 생성부 및 원본 LDR 영상과 생성된 MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 계산된 차이값과 오츠(Otsu's) 임계값을 비교하여, 하이라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하기 위한 하이라이트 픽셀 검출부를 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 로우라이트 영역 검출부는, 보상값을 이용하여 원본 LDR 영상의 수정 반전 영상(Modified Reversed Image)을 획득하기 위한 수정 반전 영상 생성부, 획득된 수정 반전 영상에서 MR_SF(Modified Reversed Specular Free) 영상을 생성하기 위한 MR_SF 영상 생성부, 생성된 MR_SF 영상을 이용하여 MR_MSF(Modified Reversed_Modified_Specular Free) 영상을 생성하기 위한 MR_MSF 영상 생성부 및 획득된 수정 반전 영상과 생성된 MR_MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 계산된 차이값과 오츠(Otsu's) 임계값을 비교하여, 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하기 위한 로우라이트 픽셀 검출부를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치는, 원본 LDR 영상에서 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 검출하고, 검출된 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역이 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역으로 검출되는 것을 방지하기 위한 실제 검정색 및 실제 흰색 영역 검출부를 더 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR(Low Dynamic Range) 영상으로부터 HDR(High Dynamic Range) 영상을 생성하는 방법은, 원본 LDR 영상에서 하이라이트(Highlight) 영역을 검출하는 단계, 원본 LDR 영상에서 로우라이트(Low-light) 영역을 검출하는 단계, 검출된 하이라이트 영역 및 검출된 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 성분 중에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분을 각각 제거하는 단계 및 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분이 제거된 영상의 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 원본 LDR 영상에서 하이라이트 영역을 검출하는 단계는, 원본 LDR 영상에서 SF(Specular Free) 영상을 생성하는 단계, 생성된 SF 영상을 이용하여, MSF(Modified Specular Free) 영상을 생성하는 단계 및 원본 LDR 영상과 생성된 MSF(Modified Specular Free) 영상과의 차이값을 계산하고, 계산된 차이값과 오츠(Otsu's) 임계값을 비교하여 하이라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 원본 LDR 영상으로부터 로우라이트(Low-light) 영역을 검출하는 단계는, 보상값을 이용하여 LDR 영상의 수정 반전 영상을 획득하는 단계, 획득된 수정 반전 영상에서 MR_SF(Modified Reversed_Specular Free) 영상을 생성하는 단계, 생성된 MR_SF 영상을 이용하여, MR_MSF(Modified Reversed_Modified_Specular Free) 영상을 생성하는 단계 및 획득된 수정 반전 영상과 생성된 MR_MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 계산된 차이값과 오츠(Otsu's) 임계값을 비교하여 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법은, 원본 LDR 영상에서 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 검출하고, 검출된 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역이 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역으로 검출되는 것을 방지하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 한편, 본 발명의 일 실시예로써, 전술한 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치 및 방법에 따르면, 광원에 의한 하이라이트(Highlight) 영역뿐만 아니라 그늘 또는 저노출로 인하여 정보가 소실된 로우라이트(Low-light) 영역에 대해서도 영상처리를 통해 복구하고 동적 범위를 확장시킴으로써 더 자연스러운 HDR 영상을 획득할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치 및 방법에 따르

면, 단일 프레임의 LDR 영상을 이용하여 고품질의 HDR 영상을 획득할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치 및 방법에 따르면, 실시간으로 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 획득할 수 있을 뿐만 아니라, 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하기 위한 알고리즘을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDR 영상의 영상 처리 과정에서 생성된 영상을 나타낸 도면이다. 도 3의 (a)는 원본 LDR 영상, 도 3의 (b)는 원본 LDR 영상의 반전 영상, 도 3의 (c)는 원본 LDR 영상의 수정 반전 영상을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이라이트 영역 검출과정에서 생성되는 영상들을 나타낸 도면이다. 도 4의 (a)는 원본 LDR 영상, 도 4의 (b)는 SF 영상, 도 4의 (c)는 MSF 영상, 도 4의 (d)는 원본 LDR 영상과 MSF 영상의 차이값인 $d_i(x,y)$ 를 나타낸 영상, 도 4의 (e)는 검출된 하이라이트 영역을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 로우라이트 영역 검출과정에서 생성되는 영상들을 나타낸 도면이다. 도 5의 (a)는 수정 반전 영상, 도 5의 (b)는 MR_SF 영상, 도 5의 (c)는 MR_MSF 영상, 도 5의 (d)는 수정 반전 영상과 MR_MSF 영상의 차이값인 $MR_{d_i}(x,y)$ 를 나타낸 영상, 도 5의 (e)는 검출된 로우라이트 영역을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0022] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0023] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0024] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 또한, 명세서 전체에서 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, "그 중간에 다른 소자를 사이에 두고" 연결되어 있는 경우도 포함한다.

[0025] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치(100)의 구성을 나타낸 블록도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하기 위한 알고리즘을 나타낸 도면이다.

[0027] 도 1을 참조하면, 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치(100)는 하이라이트 영역 검출부(10), 로우라이트 영역 검출부(30), 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부(50) 및 동적 범위 확장부(70)를 포함할 수 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 하이라이트 영역 검출부(10)는 원본 LDR 영상에 존재하는 하이라이트(Highlight) 영역의 영상 처리를 위해서, 원본 LDR 영상에서 하이라이트 영역을 검출할 수 있다. 즉, 하이라이트 영역 검출부(10)는 원본 LDR(Low Dynamic Range) 영상으로부터 HDR(High Dynamic Range) 영상으로 동적 범위를 확장하기 전에, 원본 LDR 영상에 존재하는 하이라이트 영역의 영상 처리를 위해서, 원본 LDR 영상에서 하이라이트 영역을 검출할 수 있다. 예를 들어, 하이라이트 영역 검출부(10)는 광원 또는 광원의 반사로 인하여, 원본 LDR 영상에서 밝게 형성되는 부분인 하이라이트 영역을 검출하기 위한 장치가 될 수 있다.

[0029] 도 1을 참조하면, 하이라이트 영역 검출부(10)는 원본 LDR 영상에서 하이라이트 영역을 검출하기 위해서, SF(Specular Free) 영상 생성부(14), SF(Specular Free) 영상 생성부(16) 및 하이라이트 픽셀 검출부(18)를 포함할 수 있다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 SF 영상 생성부(14)는 원본 LDR 영상에서 광원 및 광원에 의해 반사된 영역을 제거하기 위해서, 원본 LDR 영상을 이용하여 SF(Specular Free) 영상을 생성할 수 있다. 여기에서, SF(Specular Free) 영상이란 각 픽셀이 가지고 있는 3채널, 즉 R(Red), G(Green), B(Blue) 값 중에 가장 작은 값을 각각의 채널에서 차감함으로써 생성되는 영상으로, 영역의 강도(intensity)를 낮추어 광원의 효과를 낮추거나 줄인 영상을 의미한다. SF 영상 생성부(14)가 원본 LDR 영상을 이용하여 SF 영상을 생성하는 방법은 다음의 <수학식 1>과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

$$SF_i(x,y) = I_i(x,y) - \min(I_R(x,y), I_G(x,y), I_B(x,y))$$

[0032] <수학식 1>에서, $I_i(x,y)$ 는 원본 LDR 영상의 강도값을 의미하고, i 는 영상의 픽셀 번호를, x, y 는 영상의 좌표를 의미한다. 예를 들어, i 는 영상에 존재하는 픽셀의 번호로서, 영상의 가로 크기가 N 이고, 세로 크기가 M 이라고 가정하면, i 는 NM 개까지 존재할 수 있다. 즉, <수학식 1>을 참조하면, SF 영상은 원본 LDR 영상에서 각 픽셀의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값 중 가장 작은 값을 본래의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값에서 차감하여 생성된다. 예를 들어, 원본 LDR 영상의 한 픽셀에서 R(Red), G(Green), B(Blue) 값이 각각, 150, 50, 100 일 경우에, 가장 작은 값은 50이 되므로, R(Red), G(Green), B(Blue) 값에서 가장 작은 값인 50을 각각 차감하게 되어, 100, 0, 50 이 SF 영상으로 생성되게 된다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 MSF 영상 생성부(16)는 원본 LDR 영상에서 광원 및 광원에 의해 반사된 영역의 제거를 위해서, 생성된 SF 영상을 이용하여 MSF(Modified Specular Free) 영상을 생성할 수 있다. 즉, MSF 영상 생성부(16)는 원본 LDR 영상에서 광원 및 광원에 의해 반사된 영역의 제거를 위해서, 생성된 SF 영상을 수정하거나 보정함으로써, 보정된 SF 영상인 MSF 영상을 생성할 수 있다.

[0034] MSF 영상 생성부(16)가 생성된 SF 영상을 이용하여 MSF 영상을 생성하는 방법은 다음의 <수학식 2>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

$$MSF_i(x,y) = SF_i(x,y) + \bar{I}_{\min}(x,y)$$

[0036] <수학식 2>에서, $\bar{I}_{\min}(x,y)$ 은 $\min(I_R(x,y), I_G(x,y), I_B(x,y))$ 의 평균을 나타낸다. 즉, $\bar{I}_{\min}(x,y)$ 은 모든 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값 중 최소값들의 평균을 나타낸다. 즉, MSF 영상 생성부(16)는 생성된 SF 영상의 각 픽셀의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값에 $\bar{I}_{\min}(x,y)$ 값을 가산함으로써 MSF 영상을 생성할 수 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 하이라이트 픽셀 검출부(18)는 원본 LDR 영상과 생성된 MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 계산된 차이값과 오투스(Otsu's) 임계값을 비교하여, 하이라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출할 수 있다.

다. 즉, 하이라이트 픽셀 검출부(18)는 원본 LDR 영상과 생성된 MSF 영상간의 차이값을 계산하여, 계산된 차이값이 소정의 임계값을 초과하는 경우에 검출된 영역을 하이라이트 영역으로 구분하여 검출할 수 있다.

[0038] 하이라이트 픽셀 검출부(18)가 원본 LDR 영상과 생성된 MSF 영상과의 차이값 및 오츠(Otsu's) 임계값을 이용하여, 하이라이트 영역을 검출하는 방법은 다음의 <수학식 3>과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

$$pixel \in \begin{cases} highlight, & \text{if } d_i(x,y) > Th \text{ for all } i \\ others, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0039]

[0040] <수학식 3>에서, $d_i(x,y) = I_i(x,y) - MSF_i(x,y)$ 이고, Th 는 원본 LDR 영상의 각 채널에 대한 오츠(Otsu's) 임계값을 의미한다. 즉, 하이라이트 픽셀 검출부(18)는 원본 LDR 영상과 생성된 MSF 영상과의 차이값이 오츠 임계값을 초과하면, 초과한 픽셀들을 하이라이트 영역으로 검출할 수 있다.

[0041] 여기에서, 오츠 임계값은 영상의 배경과 전경을 분리하는데 사용되는 이진화(binanzation) 방법 중에서 오츠 쓰레드홀드(threshold) 방법에 의해서 정해지는 임계값을 의미한다. 예를 들어, 이진화 방법은 영상을 특정값을 기준으로 배경과 전경으로 나누는 방법으로서, 특정값을 쓰레드홀드(threshold) 값 또는 임계값으로 결정하여 영상을 배경과 전경으로 분리하여 표현할 수 있다. 여기에서 전경은 시야에서 중요한 대상을 의미하며, 배경은 그 나머지 부분으로 중요성이 덜한 대상을 의미할 수 있다.

[0042] 즉, 오츠 쓰레드홀드(threshold) 방법은 영상의 이진화 방법으로 노부유키 오츠(Nobuyuki Otsu)가 제안한 방법으로서, 오츠 임계값은 각 클래스의 분산과 가중치를 고려하여, 클래스 내의 분산(Within Class Variance) 및 클래스 사이의 분산(Between Class Variance)을 계산하여 결정할 수 있다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 로우라이트 영역 검출부(30)는 원본 LDR 영상에 존재하는 로우라이트(Low-light) 영역의 영상 처리를 위해서, 원본 LDR 영상에서 로우라이트 영역을 검출할 수 있다. 즉, 로우라이트 영역 검출부(30)는 원본 LDR 영상으로부터 HDR 영상으로 동적 범위를 확장하기 전에, 원본 LDR 영상에 존재하는 로우라이트(Low-light) 영역의 영상 처리를 위해서, 원본 LDR 영상에서 로우라이트 영역을 검출할 수 있다. 예를 들어, 로우라이트 영역 검출부(10)는 조명이 충분하지 않거나 노출 시간이 작아서 원본 LDR 영상에서 어렵게 형성되는 부분인 로우라이트(Low-light) 영역을 검출하기 위한 장치가 될 수 있다.

[0044] 도 1을 참조하면, 로우라이트 영역 검출부(30)는 원본 LDR 영상에서 로우라이트 영역을 검출하기 위해서, 수정 반전(Modified Reversed, MR) 영상 생성부(32), MR_SF(Modified Reversed_Specular Free) 영상 생성부(34), MR_SF(Modified Reversed_Specular Free) 영상 생성부(36) 및 로우라이트 픽셀 검출부(38)를 포함할 수 있다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따른 수정 반전 영상 생성부(32)는 보상값을 이용하여 원본 LDR 영상의 수정 반전 영상(Modified Reversed Image)을 획득할 수 있다. 즉, 수정 반전 영상 생성부(32)는 원본 LDR 영상에서 노출 시간의 부족 또는 조명 미비로 인한 로우라이트 영역을 검출하기 위해서, 원본 LDR 영상을 반전시키고, 보정값으로 수정할 수 있다.

[0046] 예를 들어, 수정 반전 영상 생성부(32)는 원본 LDR 영상에서 로우라이트 영역을 검출하기 위해서, 영상을 반전시킬 수 있다. 즉, R(Red), G(Green), B(Blue)의 3 채널의 각 8비트 영상의 밝기 값은 0에서 255의 범위를 가지므로, 수정 반전 영상 생성부(32)는 원본 LDR 영상의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값에서 255의 값을 차감함으로써 원본 LDR 영상을 반전시킬 수 있다. 즉, 원본 LDR 영상을 반전시킴으로써, 원본 영상에서의 로우라이트 영역으로 표현되던 영역이 하이라이트 영역처럼 표현될 수 있다. 다만, 단순히 반전된 영상을 이용하여 로우라이트 영역의 픽셀들을 검출하게 되면, 오츠 임계값이 너무 커지고, $\bar{I}_{min}(x,y)$ 값 또한 너무 커져서, 반전된 영상에서 하이라이트 영역(원본 영상에서 로우라이트 영역)을 검출하기 어려운 문제가 발생할 수 있다. 이를 방지하기 위해서, 반전 과정에서 보상(Compensation)값을 차감하는 방법으로 반전 영상을 수정할 수 있다.

[0047] 즉, 수정 반전 영상 생성부(32)가 원본 LDR 영상을 반전시키고, 보상값으로 수정하는 방법은 다음의 <수학식 4> 및 <수학식 5>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 4

$$MR_I_i(x,y) = 255 - Compensation - I_i(x,y)$$

수학식 5

$$Compensation = |Reverse \bar{I}_{min} - \bar{I}_{min}|$$

<수학식 5>에서 $Reverse \bar{I}_{min}$ 은 각 픽셀의 밝기 값을 255에서 차감한 반전 영상에서 각 픽셀이 가지고 있는 R(Red), G(Green), B(Blue) 값 중 가장 작은 값들의 평균을 의미한다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDR 영상의 영상 처리 과정에서 생성된 영상을 나타낸 도면이다. 도 3의 (a)는 원본 LDR 영상, 도 3의 (b)는 원본 LDR 영상의 반전 영상, 도 3의 (c)는 원본 LDR 영상의 수정 반전 영상을 나타낸 도면이다.

즉, 도 3의 (b)의 반전 영상은 원본 LDR 영상을 반전시킨 영상으로, 전술한 바와 같이, 원본 LDR 영상의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값에서 255의 값을 차감함으로써 생성된 영상을 나타낸다. 또한, 도 3의 (c)의 수정 반전 영상은 <수학식 4> 및 <수학식 5>를 이용하여, 원본 LDR 영상을 반전시키고, 보정값으로 수정한 영상을 나타낸다.

본 발명의 일 실시예에 따른 MR_SF 영상 생성부(34)는 수정 반전 영상에서 광원 및 광원에 의해 반사된 영역(원본 영상에서의 로우라이트 영역)을 제거하기 위해서, 수정 반전 영상을 이용하여 MR_SF(Modified Reversed Specular Free) 영상을 생성할 수 있다. 즉, MR_SF 영상 생성부(34)가 수정 반전 영상에서 MR_SF 영상을 생성하는 방법은 원본 영상 대신 수정 반전 영상을 이용한다는 차이가 있을 뿐, SF 영상 생성부(14)가 원본 LDR 영상에서 SF 영상을 생성하는 방법과 동일한 알고리즘으로 생성할 수 있다. 즉, MR_SF 영상 생성부(34)가 수정 반전 영상을 이용하여 MR_SF 영상을 생성하는 방법은 다음의 <수학식 6>과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

$$MR_SF_i(x,y) = MR_I_i(x,y) - \min(MR_I_R(x,y), MR_I_G(x,y), MR_I_B(x,y))$$

<수학식 6>에서, $MR_I_i(x,y)$ 는 수정 반전 영상의 강도값을 의미하고, i는 영상의 픽셀 번호를 의미하고, x, y는 영상의 좌표를 의미한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 MR_MSF 영상 생성부(36)는 수정 반전 영상에서 광원 및 광원에 의해 반사된 영역(원본 영상에서의 로우라이트 영역)의 제거를 위해서, 생성된 MR_SF 영상을 이용하여 MR_MSF(Modified Reversed Modified Specular Free) 영상을 생성할 수 있다. 즉, MR_MSF 영상 생성부(36)는 수정 반전 영상에서 광원 및 광원에 의해 반사된 영역(원본 영상에서의 로우라이트 영역)의 제거를 위해서, 생성된 MR_SF 영상을 수정하거나 보정함으로써, 보정된 MR_SF 영상인 MR_MSF 영상을 생성할 수 있다.

MR_MSF 영상 생성부(36)가 생성된 MR_SF 영상을 이용하여 MR_MSF 영상을 생성하는 방법은 다음의 <수학식 7>과 같이 표현될 수 있다.

수학식 7

$$MR_MSF_i(x,y) = MR_SF_i(x,y) + \overline{MR_I}_{min}(x,y)$$

[0059] <수학식 7>에서, $\overline{MR_I}_{\min}(x,y)$ 은 $\min(MR_I_R(x,y), MR_I_G(x,y), MR_I_B(x,y))$ 의 평균을 나타낸다. 즉, $\overline{MR_I}_{\min}(x,y)$ 는 수정 반전 영상의 모든 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값 중 최소값들의 평균을 나타낸다. 즉, MR_MSF 영상 생성부(36)는 생성된 MR_SF 영상의 각 픽셀의 R(Red), G(Green), B(Blue) 값에 $\overline{MR_I}_{\min}(x,y)$ 값을 가산함으로써 MR_MSF 영상을 생성할 수 있다.

[0060] 본 발명의 일 실시예에 따른 로우라이트 픽셀 검출부(38)는 수정 반전 영상과 생성된 MR_MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 계산된 차이값과 오투(Otsu's) 임계값을 비교하여, 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출할 수 있다. 즉, 로우라이트 픽셀 검출부(38)는 수정 반전 영상과 생성된 MR_MSF 영상간의 차이값을 계산하여, 계산된 차이값이 소정의 임계값을 초과하는 경우에 검출된 영역을 로우라이트 영역으로 구분하여 검출할 수 있다.

[0061] 로우라이트 픽셀 검출부(38)가 수정 반전 영상과 생성된 MR_MSF 영상과의 차이값 및 오투(Otsu's) 임계값을 이용하여, 로우라이트 영역(로우라이트 영역)을 검출하는 방법은 다음의 <수학식 8>과 같이 표현될 수 있다.

수학식 8

$$pixel \in \begin{cases} Lowlight, & \text{if } MR_d_i(x,y) > Th \text{ for all } i \\ others, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0063] <수학식 8>에서, $MR_d_i(x,y) = MR_I_i(x,y) - MR_MSF_i(x,y)$ 이고, Th 는 수정 반전 영상의 각 채널에 대한 오투(Otsu's) 임계값을 의미한다. 즉, 로우라이트 픽셀 검출부(38)는 수정 반전 영상과 생성된 MR_MSF 영상과의 차이값이 오투 임계값을 초과하면, 초과한 픽셀들을 로우라이트 영역(로우라이트 영역)으로 검출할 수 있다.

[0064] 여기에서, 오투 임계값은 <수학식 3>의 하이라이트 영역 검출과 동일한 방법으로, 각 클래스의 분산과 가중치를 고려하여, 클래스 내의 분산(Within Class Variance) 및 클래스 사이의 분산(Between Class Variance)을 계산하여 결정할 수 있다.

[0065] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이라이트 영역 검출과정에서 생성되는 영상들을 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 로우라이트 영역 검출과정에서 생성되는 영상들을 나타낸 도면이다.

[0066] 도 4의 (a)는 원본 LDR 영상, 도 4의 (b)는 SF 영상, 도 4의 (c)는 MSF 영상, 도 4의 (d)는 원본 LDR 영상과 MSF 영상의 차이값인 $d_i(x,y)$ 를 나타낸 영상, 도 4의 (e)는 검출된 하이라이트 영역을 나타낸 도면이다.

[0067] 도 5의 (a)는 수정 반전 영상, 도 5의 (b)는 MR_SF 영상, 도 5의 (c)는 MR_MSF 영상, 도 5의 (d)는 수정 반전 영상과 MR_MSF 영상의 차이값인 $MR_d_i(x,y)$ 를 나타낸 영상, 도 5의 (e)는 검출된 로우라이트 영역을 나타낸 도면이다.

[0068] 본 발명의 일 실시예에 따른 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부(50)는 검출된 하이라이트 영역 및 검출된 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 성분 중에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분을 각각 제거할 수 있다.

[0069] 예를 들어, 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부(50)는 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분을 각각 제거하기 위해서, 주성분 분석 방법(Principal Component Analysis, PCA)을 사용할 수 있다. 즉, 컬러 영상은 R(Red), G(Green), B(Blue)의 3개의 색상 채널을 가지므로, 원본 LDR 영상은 3개의 고유 벡터에 의해 가중된(weighted) 주성분들이 결합된 것으로 가정할 수 있다. 즉, 원본 LDR 영상을 주성분 벡터를 이용하여 분해하고, 하이라이트 성분 또는 로우라이트 성분이 제거된 첫번째 고유 벡터들을 이용해 다시 영상을 재구성하는 방법으로 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 부분을 각각 제거할 수 있다.

[0070] 다시 말하면, 주성분 분석(PCA) 방법은 영상에서 분포된 데이터들을 주성분과 결합된 고유 벡터와 대응시켜 정보 손실을 최소화하면서 차원을 축소 변환하는 방법으로 이해할 수 있다.

[0071] 원본 LDR 영상을 주성분 분석 방법으로 나타내면 다음의 <수학식 9>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 9

$$I = V_1 P_1 + V_2 P_2 + V_3 P_3$$

<수학식 9>에서, I는 영상의 RGB 값을 의미하고, V_i 및 P_i 는 각각 주성분 벡터 및 해당 주성분을 나타낸다.

주성분 분석 방법에 의하면, 두 번째로 큰 고유값에 대응되는 두 번째의 주성분이 하이라이트 성분(또는 로우라이트 성분)의 전체 또는 대부분을 포함하고 있다. 다만, 정확하게는 두 번째로 큰 주성분이 하이라이트 성분(또는 로우라이트 성분)의 전체 또는 대부분을 포함하는지 여부는 다음 <수학식 10>의 충실도(fidelity ratio) FR_i 및 <수학식 11>의 FR_2 와 소정의 임계값과의 비교를 통하여 판단할 수 있다.

수학식 10

$$FR_i = \frac{\sigma_i}{\sum_{j=1}^3 \sigma_j}$$

수학식 11

$$Second\ PC = \begin{cases} diffuse\ component, & \text{if } FR_2 > Th \\ highlight\ component, & \text{otherwise} \end{cases}$$

<수학식 10>에서 σ_i 는 i번째 고유값을 의미하고, <수학식 11>에서 Second PC(Principal Component)는 두 번째로 큰 주성분을 의미한다. 즉, <수학식 11>에서 충실도 FR_2 가 소정의 임계값보다 작으면, 두 번째 주성분이 하이라이트 성분(또는 로우라이트 성분)을 포함하고 있는 것으로 판단할 수 있다. 여기에서, 원본 영상을 두 번째 주성분을 제외하고, 첫 번째 주성분만을 이용하여 영상을 재구성(reconstruct)하면, 원본 영상에서 하이라이트 성분(또는 로우라이트 성분)을 제거한 영상으로 재구성할 수 있다. 또한, 충실도 FR_2 와 비교할 소정의 임계값은 실험에 의해서 0.02로 미리 정의할 수 있다.

다만, 주성분 분석(PCA)에서 획득된 첫 번째 주성분에서도 여전히 하이라이트 성분(또는 로우라이트 성분)을 포함할 수 있는데, 첫 번째 주성분에서 하이라이트 성분(또는 로우라이트 성분)을 제거하는 방법으로는 히스토그램 평준화(histogram equalization)를 적용할 수 있다. 히스토그램 평준화를 이용하여 재구성된 영상은 다음의 <수학식 12>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 12

$$I_R = V_1 P_h + V_2 P_2 + V_3 P_3$$

<수학식 12>에서, P_h 는 히스토그램 평준화 주성분이고, I_R 은 재구성된 영상을 의미한다. 수식의 오른쪽 부분의 $V_2 P_2$ 는 두 번째로 큰 고유벡터의 충실도 FR_2 에 따라서, 재구성 영상에 포함되거나 불포함될 수 있다.

결과적으로, 재구성된 영상 I_R 은 색깔 영역이 이동되어(shift) 재구성된 것으로, 2차 다항식 변환(second order polynomial transformation)을 이용하여, 하이라이트 영역(또는 로우라이트 영역) 없는 원본 색깔(컬러)의 영상을 획득할 수 있다. 여기에서 중요한 문제는 다항식 변환을 위한 가중치 함수(weight function)을 찾아내는 것으로, 원본 영상에서 검출된 하이라이트 영역(또는 로우라이트 영역)이 아닌 부분(diffuse part)과 이에 대응되는 재구성된 영상 I_R 을 이용하여 가중치 함수를 획득할 수 있다.

[0082] 즉, 가중치 함수를 획득하는 방법은 다음의 <수학식 13> 및 <수학식 14>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 13

[0083]
$$I_d = WM_d$$

수학식 14

[0084]
$$W = I_d [M_d^T M_d]^{-1} M_d^T$$

[0085] <수학식 13>에서 I_d 는 원본 영상에서 검출된 하이라이트 영역(또는 로우라이트 영역)이 아닌 부분(diffuse part)을 의미하고, W 는 가중치 함수, M_d 는 이에 대응되어 재구성된 영상 I_R 에서 하이라이트 영역(또는 로우라이트 영역)이 아닌 부분(diffuse part)에서 획득된 2차 다항식 확장(second order polynomial extension)을 의미한다. 즉, I_d 는 원본 영상에서 하이라이트 영역 검출부(30)(또는 로우라이트 영역 검출부(10))에서 검출된 하이라이트 영역(또는 로우라이트 영역)을 제외한 영역을 의미한다.

[0086] 즉, 가중치 함수 W 는 <수학식 14>와 같이, I_d 와 M_d 를 이용한 최소 제곱 의사 역행렬 계산(least square pseudo inverse matrix calculation)에 의해서 획득될 수 있다.

[0087] 원본 영상에서 하이라이트 영역(또는 로우라이트 영역)이 아닌 부분(diffuse part) 및 재구성된 영상 I_R 에서 하이라이트 영역(또는 로우라이트 영역)이 아닌 부분(diffuse part)에서 획득된 2차 다항식 확장을 비교하여, 가중치 함수를 획득하였으므로, 전체 영상에서 하이라이트 영역이 제거(diffused)된 영상 I_{Diff} 는 다음의 <수학식 15>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 15

[0088]
$$I_{Diff} = WM$$

[0089] <수학식 15>에서 I_{Diff} 는 전체 영상에서 하이라이트 영역이 제거(removal)된 영상을 의미하고, W 는 가중치 함수, M 은 재구성된 영상 I_R 의 2차 다항식 확장(second order polynomial extension)을 의미한다.

[0090] 즉, I_{Diff} 는 재구성된 영상 I_R 의 2차 다항식 확장인 M 에 가중치 함수 W 를 적용함으로써 획득할 수 있다.

[0091] 원본 영상과 전체 영상에서 하이라이트 영역이 제거(removal)된 영상인 I_{Diff} 는 색깔 차이가 날 수 있으며, 이러한 색깔 차이를 제거하고, 최종적으로 원본 영상에서 광원에 의한 효과만 제거된 영상을 획득하기 위해 원본 영상 I 와 I_{Diff} 를 계수와 결합된 관계식으로 표현할 수 있다. 즉, 최종적으로 하이라이트 효과(또는 로우라이트 효과)만 제거된 영상 I_D 는 다음의 <수학식 16>과 같이 표현될 수 있다.

수학식 16

[0092]
$$I_D(x, y) = k_{xy} I(x, y) + (1 - k_{xy}) I_{Diff}(x, y)$$

[0093] <수학식 16>에서 I_D 는 원본 영상에서 최종적으로 하이라이트 효과(또는 로우라이트 효과)만 제거된 영상을 의미하고, k_{xy} 는 (x, y) 위치의 픽셀에 대한 계수를 의미하고, 0 또는 1 의 값을 가질 수 있다. (x, y) 위치의 픽셀이 하이라이트 픽셀이면 k_{xy} 는 0 이 되고, 하이라이트 픽셀이 아닌 경우에는 k_{xy} 는 1 이 된다.

[0094] 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 범위 확장부(70)는 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분이 제거된 영상의 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성할 수 있다.

[0095] 예를 들어, 동적 범위 확장부(70)는 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분이 제거된 영상을 다음 <수학식 17>을 이용하여 선형적으로 증폭함으로써, 영상의 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성할 수 있다.

수학식 17

$$L_h = I_h \left(\frac{L - L_{\min}}{L_{\max} - L_{\min}} \right)^\gamma$$

[0096]

[0097] <수학식 17>에서 L은 동적 범위 확장(scaling) 시킬 원본 픽셀의 밝기(휘도)를 의미하고, $L_{\max}$ 와 $L_{\min}$ 은 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분이 제거된 영상의 밝기(휘도)의 최대값 및 최소값을 의미한다. I_h 는 HDR 디스플레이의 최대 입력 강도를 의미하고, γ 는 동적 범위 확장 과정(scaling)에서 비선형성을 결정할 수 있다. <수학식 17>의 동적 범위 확장은 모든 픽셀에 개별적으로 수행된다. 지수 γ 는 영상의 평균 밝기가 다른 픽셀들에 비해서 어떻게 변화할 것인지에 따라서 결정될 수 있다. 예를 들어, γ 가 1이면 모든 픽셀들이 동등하게 변화되고, γ 가 1을 초과하면 평균 밝기가 상대적으로 어렵게 변화되고, γ 가 1 미만이면 평균적으로 더 밝게 변화된다. 일반적으로 모든 픽셀들이 동등하게 변화되도록 γ 는 1로 미리 결정할 수 있다.

[0098] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치(100)는 원본 LDR 영상에서 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 검출하고, 검출된 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역이 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역으로 검출되는 것을 방지하기 위한 검정색 및 흰색 영역 검출부(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0099] 예를 들어, 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치(100)에서 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역을 검출할 때, 실제 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역으로 검출하여 영상처리를 진행하면, 광원 효과로 인한 것이 아닌 실제 검정색 영역 및 실제 흰색 영역의 색깔이 변화할 수 있다. 즉, 검정색 및 흰색 영역 검출부(미도시)는 RGB 코드가 (0,0,0)인 실제 검정색 영역 및 RGB 코드가 (255, 255, 255)인 실제 흰색 영역을 미리 검출하고, 검출된 실제 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역으로 검출되는 것을 방지하여, 영상 처리시 실제 검정색 영역 및 실제 흰색 영역에 발생될 수 있는 색깔 변화를 방지할 수 있다.

[0100] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법을 나타낸 순서도이다.

[0101] 도 6을 참조하면, 단계 S10에서, 하이라이트 영역 검출부(10)는 원본 LDR 영상에 존재하는 하이라이트(Highlight) 영역의 영상 처리를 위해서, 원본 LDR 영상에서 하이라이트 영역을 검출할 수 있다.

[0102] 즉, 하이라이트 영역의 영상 처리를 위해서, 단계 S10의 원본 LDR 영상에서 하이라이트 영역을 검출하는 단계는, SF 영상 생성부(14)가 원본 LDR 영상을 이용하여 SF(Specular Free) 영상을 생성하는 단계, MSF 영상 생성부(16)가 생성된 SF 영상을 이용하여 MSF(Modified Specular Free) 영상을 생성하는 단계 및 하이라이트 픽셀 검출부(18)가 원본 LDR 영상과 생성된 MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 계산된 차이값과 오츠(Otsu's) 임계값을 비교하여, 하이라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0103] 단계 S20에서, 로우라이트 영역 검출부(30)는 원본 LDR 영상에 존재하는 로우라이트(Low-light) 영역의 영상 처리를 위해서, 원본 LDR 영상에서 로우라이트 영역을 검출할 수 있다.

[0104] 즉, 로우라이트 영역의 영상 처리를 위해서, 단계 S20의 원본 LDR 영상에서 로우라이트 영역을 검출하는 단계는, 수정 반전 영상 생성부(32)가 보상값을 이용하여 LDR 영상의 수정 반전 영상을 획득하는 단계, MR_SF

영상 생성부(34)가 획득된 수정 반전 영상에서 MR_SF(Modified Reversed_Specular Free) 영상을 생성하는 단계, MR_MSF 생성부(36)가 생성된 MR_SF 영상을 이용하여, MR_MSF(Modified Reversed_Modified_Specular Free) 영상을 생성하는 단계 및 로우라이트 픽셀 검출부(38)가 획득된 수정 반전 영상과 생성된 MR_MSF 영상과의 차이값을 계산하고, 계산된 차이값과 오츠(Otsu's) 임계값을 비교하여 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0105] 단계 S30에서, 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부(50)는 검출된 하이라이트 영역 및 검출된 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 성분 중에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분을 각각 제거할 수 있다.

[0106] 예를 들어, 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부(50)는 주성분 분석 방법(Principal Component Analysis, PCA)을 이용하여 원본 영상을 재구성하는 방법으로 검출된 하이라이트 영역 및 검출된 로우라이트 영역을 구성하는 픽셀들의 R(Red), G(Green), B(Blue) 성분 중에서 하이라이트 영역 및 로우라이트 영역 부분을 각각 제거할 수 있다. 즉, 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부(50)는 주성분 분석, 히스토그램 평준화(histogram equalization), 다항식 변환(polynomial transformation) 방법 등을 사용하여 원본 LDR 영상을 재구성한 영상 I_R , 전체 영상에서 하이라이트 영역이 제거(removal)된 영상 I_{Diff} , 및 가중치 함수 W 를 계산할 수 있고, 계산된 I_R , I_{Diff} , 및 가중치 함수 W 를 이용하여, 원본 LDR 영상에서 최종적으로 하이라이트 효과(또는 로우라이트 효과)만 제거된 영상인 I_0 를 계산할 수 있다.

[0107] 단계 S40에서, 동적 범위 확장부(70)는 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분이 제거된 영상의 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성할 수 있다.

[0108] 예를 들어, 동적 범위 확장부(70)는 HDR 디스플레이의 최대 입력 강도 I_h , 동적 범위 확장(scaling) 시킬 원본 픽셀의 밝기(휘도) L , 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분이 제거된 영상의 밝기(휘도)의 최대값 L_{max} 와 최소값 L_{min} 등을 이용하여, 원본 LDR 영상에서 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분이 제거된 영상을 선형적으로 증폭함으로써, 영상의 동적 범위를 확장시켜 HDR 영상을 생성할 수 있다.

[0109] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법은 검정색 및 흰색 영역 검출부(미도시)가 원본 LDR 영상에서 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 검출하고, 검출된 실제(real) 검정색 영역 및 실제 흰색 영역이 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역으로 검출되는 것을 방지하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0110] 예를 들어, 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역을 검출할 때, 실제 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역으로 검출하여 영상처리를 진행하면, 실제 검정색 영역 및 실제 흰색 영역의 색값이 변화할 수 있다. 즉, 실제 검정색 및 실제 흰색 영역 검출부(미도시)는 RGB 코드가 (0,0,0)인 실제 검정색 및 RGB 코드가 (255, 255, 255)인 실제 흰색 영역을 미리 검출하고, 검출된 실제 검정색 영역 및 실제 흰색 영역을 하이라이트 영역 또는 로우라이트 영역으로 검출되는 것을 방지하여, 영상 처리시 실제 검정색 영역 및 실제 흰색 영역에 발생될 수 있는 색깔 변화를 방지할 수 있다.

[0111] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용하여 LDR(Low Dynamic Range) 영상으로부터 HDR(High Dynamic Range) 영상을 생성하는 방법에 관련하여서는 전술한 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치(100)에 대한 내용이 적용될 수 있다. 따라서, 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 방법과 관련하여, 전술한 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치(100)에 대한 내용과 동일한 내용에 대하여는 설명을 생략하였다.

[0112] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[0113] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로

이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0114] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

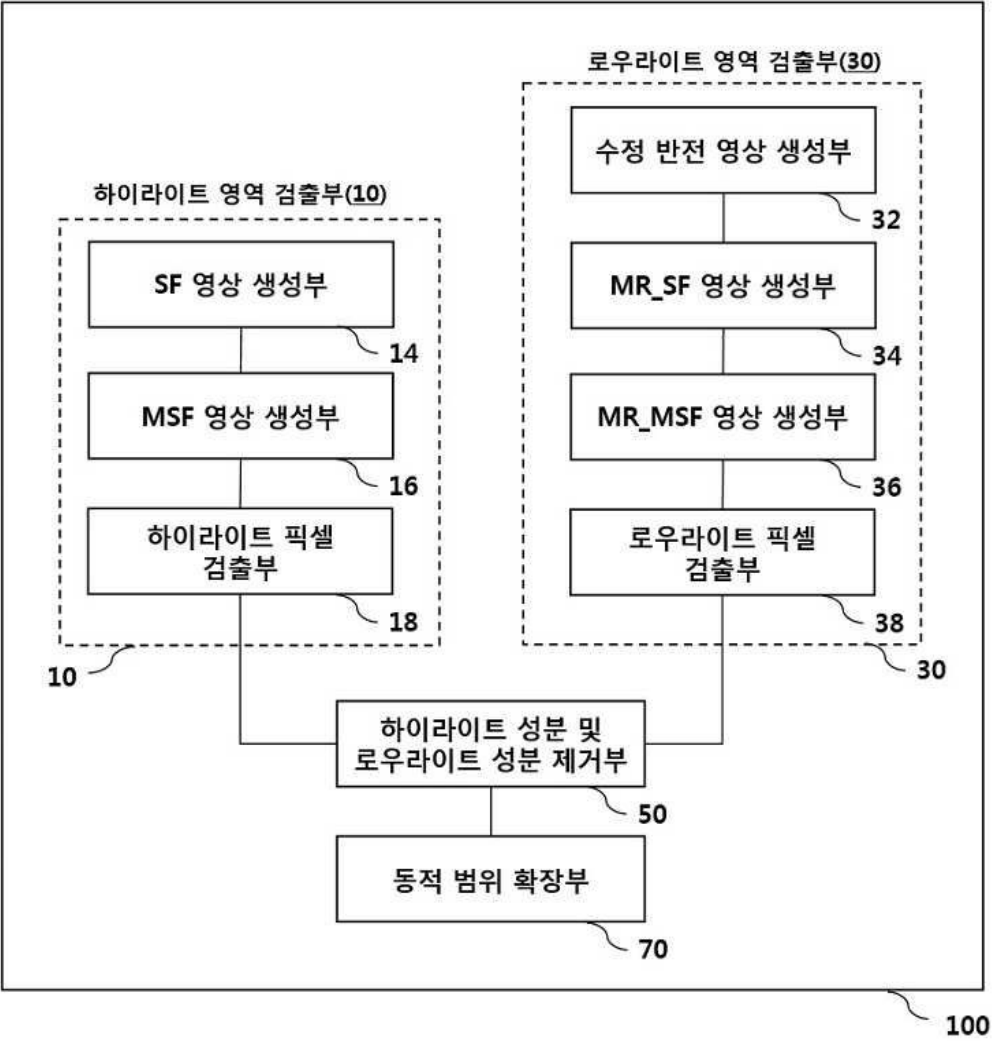
부호의 설명

[0116]

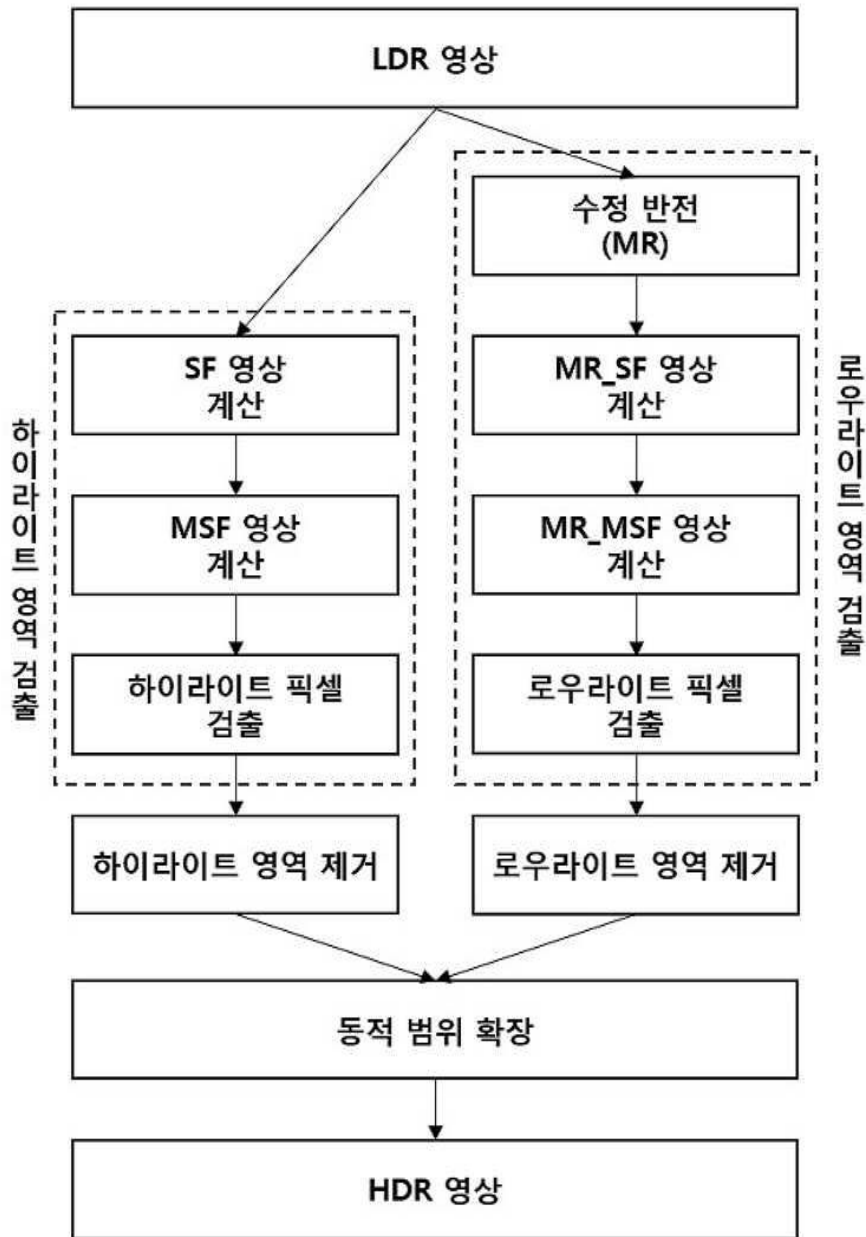
10: 하이라이트 영역 검출부	14: SF 영상 생성부
16: MSF 영상 생성부	18: 하이라이트 픽셀 검출부
30: 로우라이트 영역 검출부	32: 수정 반전 영상 생성부
34: MR_SF 영상 생성부	36: MR_MSF 영상 생성부
38: 로우라이트 픽셀 검출부	
50: 하이라이트 성분 및 로우라이트 성분 제거부	
70: 동적 범위 확장부	
100: 영상처리를 이용하여 LDR 영상으로부터 HDR 영상을 생성하는 장치	

도면

도면1



도면2



도면3



(a) 원본 LDR 영상

(b) 반전 영상

(c) 수정 반전 영상

도면4



(a) 원본 LDR 영상

(b) SF 영상

(c) MSF 영상

(d) $d_i(x,y)$ 영상

(e) 하이라이트 영역

도면5



(a) 수정 반전 영상

(b) MR_SF 영상

(c) MR_MS 영상

(d) MR_ $d_i(x,y)$ 영상

(e) 로우라이트 영역

도면6

