



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0028814
(43) 공개일자 2022년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2019.01) G06N 3/08 (2006.01)
G06T 5/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/007 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0110354
(22) 출원일자 2020년08월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
강석주
서울특별시 마포구 백범로 35(신수동)
조소연
서울특별시 양천구 신목로 9, 101동 812호(신정동, 쌍용아파트)
(74) 대리인
유미특허법인

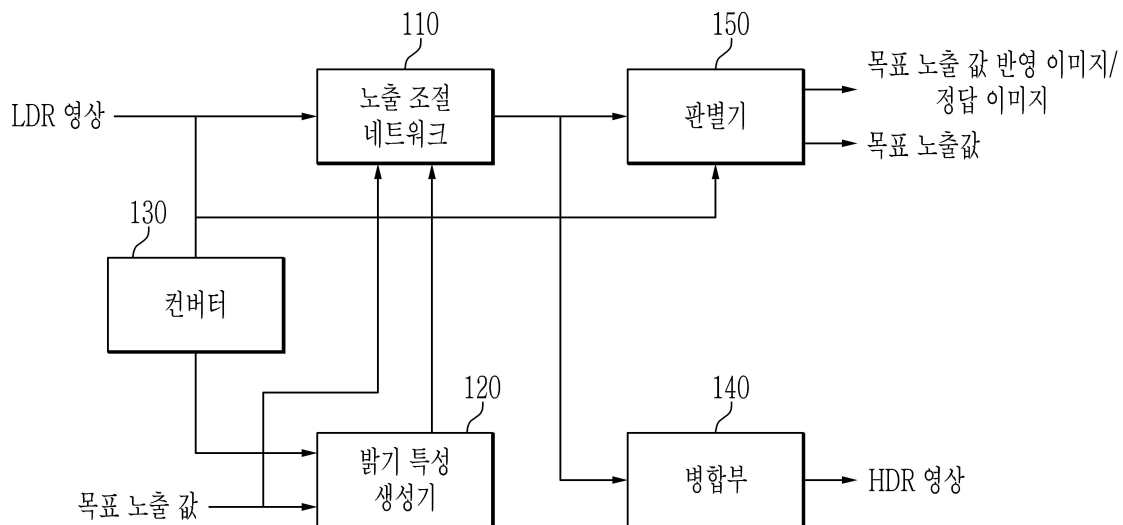
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 역 톤 매핑 장치 및 이를 이용한 노출 변경을 통한 역 톤 매핑 방법

(57) 요약

역 톤 매핑 장치가 LDR 영상을 역 톤 매핑하는 방법으로서, LDR 영상과 LDR 영상에 반영할 목표 노출 값, 그리고 목표 노출 값을 해당 정답 이미지에 매핑한 학습 데이터를 생성한다. 학습 데이터를 이용하여 심층 신경망을 학습시키고, 역 톤 매핑할 대상 이미지와 목표 노출 값을 수신하면, 학습된 심층 신경망을 이용하여 대상 이미지에 목표 노출 값을 반영한 목표 노출 값 반영 이미지를 생성한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06T 5/50 (2013.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
G06T 2207/20084 (2013.01)
G06T 2207/20208 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711119713
과제번호	2020M3H4A1A02084899
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	나노미래소재원천기술개발사업
연구과제명	2축 신축성 AMLED용 TFT 및 LED 집적 기술
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2020.07.01~2024.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116161
과제번호	2018-0-01421-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터지원사업
연구과제명	인공지능 서비스 실현을 위한 지능형 반도체 설계 핵심기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	서강대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01~2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

역 톤 매핑 장치가 LDR 영상을 역 톤 매핑하는 방법으로서,

LDR 영상과 상기 LDR 영상에 반영할 목표 노출 값, 그리고 상기 목표 노출 값을 해당 정답 이미지에 매핑한 학습 데이터를 생성하는 단계,

상기 학습 데이터를 이용하여 심층 신경망을 학습시키는 단계, 그리고

역 톤 매핑할 대상 이미지와 목표 노출 값을 수신하고, 학습된 심층 신경망을 이용하여 상기 대상 이미지에 목표 노출 값을 반영한 목표 노출 값 반영 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는, 역 톤 매핑 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 학습된 심층 신경망은,

LDR 영상과, 목표 노출 값을 기초로 생성된 가중치가 입력되면, 상기 LDR 영상에 상기 가중치를 반영하여 목표 노출 값 반영 이미지를 출력하도록 학습된 노출 조절 네트워크, 그리고

목표 노출 값과 상기 LDR 영상으로부터 추출된 휘도 정보가 입력되면, 상기 LDR 영상을 구성하는 복수의 픽셀별로 노출을 각각 조절할 밝기 정보를 상기 특성 맵으로 생성하도록 학습된 밝기 특성 생성기

를 포함하는, 역 톤 매핑 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 노출 조절 네트워크는 보조 분류기-생성적 적대 신경망(Auxiliary classifier-generative adversarial networks) 기반인, 역 톤 매핑 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 심층 신경망을 학습시키는 단계는,

상기 LDR 영상에 상기 노출 조절 네트워크의 초기 가중치를 반영하여 노출 조절 이미지를 생성하는 단계,

상기 노출 조절 이미지의 각 픽셀 값과 상기 정답 이미지의 각 픽셀 값의 차이 값을 계산하는 단계, 그리고

상기 차이 값이 발생한 픽셀에 대응하는 임의의 값을 상기 차이 값만큼 조절하여 상기 노출 조절 네트워크를 학습시키는 단계

를 포함하는, 역 톤 매핑 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 목표 노출 값 반영 이미지를 생성하는 단계는,

역 톤 매핑할 대상 LDR 영상과 목표 노출 값을 수신하는 단계,

상기 LDR 영상으로부터 휘도 값을 추출하는 단계,

상기 휘도 값과 상기 목표 노출 값을 기초로 특성 맵을 생성하는 단계, 그리고
상기 대상 LDR 영상에 상기 특성 맵을 반영하여 상기 목표 노출 값 반영 이미지를 생성하는 단계
를 포함하는, 역 톤 매핑 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 목표 노출 값 반영 이미지를 생성하는 단계 이후에,
상기 목표 노출 값 반영 이미지와 수신한 상기 대상 LDR 영상을 하나의 셋트로 수신하고, 수신한 하나의 셋트에
포함된 상기 목표 노출 값 반영 이미지가, 상기 목표 노출 값이 반영된 목표 노출 값 반영 이미지인지 정답 이
미지인지 구분하는 단계
를 더 포함하는, 역 톤 매핑 방법.

청구항 7

LDR 영상을 역 톤 매핑하는 역 톤 매핑 시스템으로서,
적어도 하나의 명령어를 포함하고, 정답 이미지별 학습 데이터를 저장하는 메모리,
대상 LDR 영상과 상기 대상 LDR 영상에 반영할 목표 노출 값을 수신하는 인터페이스, 그리고
프로세서
를 포함하고,
상기 프로세서는,
상기 정답 이미지별 학습 데이터로부터 LDR 영상들과 노출 값들을 확인하고, 상기 LDR 영상들과 상기 노출 값들
을 이용하여 심층 신경망을 학습시키고, 학습된 심층 신경망으로 상기 수신한 대상 LDR 영상과 목표 노출 값을
이용하여 상기 대상 LDR 영상으로부터 목표 노출 값 반영 이미지를 생성하는, 역 톤 매핑 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 학습 데이터에 포함된 LDR 영상이 입력되면, 가중치를 초기화시키는, 역 톤 매핑 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 LDR 영상에 초기화된 상기 가중치를 반영하여 노출 조절 이미지를 생성하고, 상기 노출 조절 이미지의 각
픽셀 값과 상기 정답 이미지의 각 픽셀 값의 차이 값을 계산하며, 상기 차이 값이 발생한 픽셀에 대응하는 가중
치를 상기 차이 값만큼 조절하는, 역 톤 매핑 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 LDR 영상으로부터 휘도 값을 추출하고, 상기 휘도 값과 상기 목표 노출 값을 기초로 특성 맵을 생성하는,
역 톤 매핑 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 목표 노출 값 반영 이미지와 수신한 상기 대상 LDR 영상을 기초로, 상기 목표 노출 값 반영 이미지가 상기 목표 노출 값이 반영된 이미지인지 정답 이미지인지 구분하는, 역 톤 매핑 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

복수의 상기 목표 노출 값 반영 이미지들을 병합하여 상기 LDR 영상에 대한 HDR 영상을 생성하는, 역 톤 매핑 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 역 톤 매핑 장치 및 이를 이용한 노출 변경을 통한 역 톤 매핑에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 디스플레이의 최대 출력 밝기 향상과 색 영역이 증가함에 따라, 과다 노출 영역 및 과소 노출 영역에서 정보를 잃은 낮은 동적 영역(LDR: Low Dynamic Range) 영상으로부터 높은 동적 영역(HDR: High Dynamic Range) 영상을 생성하는 역 톤 매핑(Inverse Tone Mapping) 알고리즘에 대한 관심이 증가하고 있다.

[0003] 일반적인 역 톤 매핑 알고리즘은 동일한 장면에 대해 서로 다른 노출로 여러 장의 낮은 동적 영역 영상들을 촬영한 뒤, 여러 장의 낮은 동적 영역 영상들을 높은 동적 영역 영상으로 병합한다. 해당 역 톤 매핑 알고리즘을 이용할 경우 같은 장면을 여러 번 촬영하는 과정에서, 카메라나 물체의 움직임에 의해 고스팅(Ghosting) 및 번짐(Blurring) 현상이 발생한다.

[0004] 이 문제를 해결하기 위해, 최근 딥러닝(Deep learning) 기반의 역 톤 매핑 알고리즘들이 활발하게 연구되고 있으며, 기존 알고리즘 대비 높은 성능을 보이고 있다. 딥러닝 기반의 역 톤 매핑 알고리즘은 직접 접근법과 스택(stack) 기반 접근법으로 나눌 수 있다.

[0005] 직접 접근법은 한 장의 낮은 동적 영역 영상에서 직접 높은 동적 영역 영상을 생성하는 기법이다. 직접 접근법은 가장 간단한 딥러닝 기반 역 톤 매핑 알고리즘으로, 낮은 동적 영역 영상에서 높은 동적 영역 영상의 종단간(end-to-end) 매핑을 직접 학습한다. 하지만 하나의 낮은 동적 영역 영상은 동적 영역이 서로 다른 다수의 높은 동적 영역 영상에 대응될 수 있기 때문에, 네트워크가 생성해야 하는 대상이 불명확해지는 문제를 일으킨다.

[0006] 스택 기반 접근법은 한 장의 낮은 동적 영역 영상으로부터 서로 다른 노출 값을 갖는 여러 장의 영상들을 생성하고 일반적인 역 톤 매핑 알고리즘을 통해 높은 동적 영역 영상으로 병합하는 기법이다. 대표적인 스택 기반 접근법인 Deep Recursive HDRI는 각각 단위 노출 값(Exposure Value)을 올리고 내리는 2개의 합성 곱 신경망을 재귀적으로 이용하여 서로 다른 노출 값을 갖는 여러 장의 영상들을 생성한다.

[0007] 스택 기반 접근법을 이용할 경우 생성해야 하는 대상이 명확하기 때문에, 네트워크가 학습 과정에서 혼란을 겪지 않는다. 하지만, 같은 네트워크를 재귀적으로 이용할 경우, 각 추론 과정에서 발생한 에러가 다음 추론과정으로 누적되거나 증폭되는 문제가 발생한다.

[0008] 이로 인해, 입력 영상과 노출 값 차이가 큰 영상을 생성하는 과정에서 영상의 품질이 저하된다. 결과적으로 높은 동적 영역 영상 병합 과정에서 저하된 영상에 의해 심하게 과다 노출되거나 과소 노출된 영역의 디테일이 복원되지 않고 뭉개진 영상을 얻게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서, 본 발명은 재귀적 추론에 의한 오차 누적 문제를 해결하기 위해 임의의 목표 노출 값만큼 바로 변화시

키는 노출 조절 네트워크를 이용한 역 톤 매핑 장치 및 역 톤 매핑 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 본 발명의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 하나의 특징인 역 톤 매핑 장치가 LDR 영상을 역 톤 매핑하는 방법으로서,
- [0011] LDR 영상과 상기 LDR 영상에 반영할 목표 노출 값, 그리고 상기 목표 노출 값을 해당 정답 이미지에 매핑한 학습 데이터를 생성하는 단계, 상기 학습 데이터를 이용하여 심층 신경망을 학습시키는 단계, 그리고 역 톤 매핑할 대상 이미지와 목표 노출 값을 수신하고, 학습된 심층 신경망을 이용하여 상기 대상 이미지에 목표 노출 값을 반영한 목표 노출 값 반영 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0012] 상기 학습된 심층 신경망은, LDR 영상과, 목표 노출 값을 기초로 생성된 가중치가 입력되면, 상기 LDR 영상에 상기 가중치를 반영하여 목표 노출 값 반영 이미지를 출력하도록 학습된 노출 조절 네트워크, 그리고 목표 노출 값과 상기 LDR 영상으로부터 추출된 휘도 정보가 입력되면, 상기 LDR 영상을 구성하는 복수의 픽셀별로 노출을 각각 조절할 밝기 정보를 상기 특성 맵으로 생성하도록 학습된 밝기 특성 생성기를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 노출 조절 네트워크는 보조 분류기-생성적 적대 신경망(Auxiliary classifier-generative adversarial networks) 기반일 수 있다.
- [0014] 상기 심층 신경망을 학습시키는 단계는, 상기 LDR 영상에 상기 노출 조절 네트워크의 초기 가중치를 반영하여 노출 조절 이미지를 생성하는 단계, 상기 노출 조절 이미지의 각 픽셀 값과 상기 정답 이미지의 각 픽셀 값의 차이 값을 계산하는 단계, 그리고 상기 차이 값이 발생한 픽셀에 대응하는 임의의 값을 상기 차이 값만큼 조절하여 상기 노출 조절 네트워크를 학습시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 목표 노출 값 반영 이미지를 생성하는 단계는, 역 톤 매핑할 대상 LDR 영상과 목표 노출 값을 수신하는 단계, 상기 LDR 영상으로부터 휘도 값을 추출하는 단계, 상기 휘도 값과 상기 목표 노출 값을 기초로 특성 맵을 생성하는 단계, 그리고 상기 대상 LDR 영상에 상기 특성 맵을 반영하여 상기 목표 노출 값 반영 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 목표 노출 값 반영 이미지를 생성하는 단계 이후에, 상기 목표 노출 값 반영 이미지와 수신한 상기 대상 LDR 영상을 하나의 셋트로 수신하고, 수신한 하나의 셋트에 포함된 상기 목표 노출 값 반영 이미지가, 상기 목표 노출 값이 반영된 목표 노출 값 반영 이미지인지 정답 이미지인지 구분하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 본 발명의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 특징인 LDR 영상을 역 톤 매핑하는 역 톤 매핑 시스템으로서,
- [0018] 적어도 하나의 명령어를 포함하고, 정답 이미지별 학습 데이터를 저장하는 메모리, 대상 LDR 영상과 상기 대상 LDR 영상에 반영할 목표 노출 값을 수신하는 인터페이스, 그리고 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 정답 이미지별 학습 데이터로부터 LDR 영상들과 노출 값들을 확인하고, 상기 LDR 영상들과 상기 노출 값들을 이용하여 심층 신경망을 학습시키고, 학습된 심층 신경망으로 상기 수신한 대상 LDR 영상과 목표 노출 값을 이용하여 상기 대상 LDR 영상으로부터 목표 노출 값 반영 이미지를 생성한다.
- [0019] 상기 프로세서는, 상기 학습 데이터에 포함된 LDR 영상이 입력되면, 가중치를 초기화시킬 수 있다.
- [0020] 상기 프로세서는, 상기 LDR 영상에 초기화된 상기 가중치를 반영하여 노출 조절 이미지를 생성하고, 상기 노출 조절 이미지의 각 픽셀 값과 상기 정답 이미지의 각 픽셀 값의 차이 값을 계산하며, 상기 차이 값이 발생한 픽셀에 대응하는 가중치를 상기 차이 값만큼 조절할 수 있다.
- [0021] 상기 프로세서는, 상기 LDR 영상으로부터 휘도 값을 추출하고, 상기 휘도 값과 상기 목표 노출 값을 기초로 특성 맵을 생성할 수 있다.
- [0022] 상기 프로세서는, 상기 목표 노출 값 반영 이미지와 수신한 상기 대상 LDR 영상을 기초로, 상기 목표 노출 값 반영 이미지가 상기 목표 노출 값이 반영된 이미지인지 정답 이미지인지 구분할 수 있다.
- [0023] 상기 프로세서는, 복수의 상기 목표 노출 값 반영 이미지들을 병합하여 상기 LDR 영상에 대한 HDR 영상을 생성할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따르면, 노출 변경을 통한 역 톤 매핑 기법을 이용하여, 광원을 포함하여 심하게 과다 노출되거나 과소 노출된 영역의 세부사항을 뚜렷하게 복원할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치의 구성도이다.
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 노출 조절 네트워크의 학습 과정을 나타낸 예시도이다.
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 노출 조절 네트워크의 예시도이다.
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치의 동작 방법에 대한 흐름도이다.
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치와 일반적인 기술을 이용할 경우의 성능 비교를 나타낸 예시도이다.
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 하드웨어 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 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.

[0027] 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 있는 것을 의미한다.

[0028] 이하 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치 및 이를 이용한 노출 변경을 통한 역 톤 매핑 방법에 대해 설명한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치의 구성도이다.

[0030] 도 1에 도시된 바와 같이, 역 톤 매핑 장치(100)는 낮은 동적 영역 영상(LDR: Low Dynamic Range)과 목표 노출 값(EV: Exposure Value)을 입력 받아, 목표 노출 값만큼 변화된 노출을 가지는 노출값이 반영된 영상을 생성한다. 역 톤 매핑 장치(100)는 복수의 노출값이 반영된 영상들을 이용하여 높은 동적 영역 영상(HDR: High dynamic Range)을 생성한다.

[0031] 역 톤 매핑 장치(100)는 심층 신경망인 노출 조절 네트워크(110)와 밝기 특성 생성기(120)를 포함하고, 심층 신경망 외에 컨버터(130), 병합부(merge)(140), 그리고 판별기(150)를 포함한다. 본 발명의 실시예에서는, 노출 조절 네트워크(110)와 밝기 특성 생성기(120)를 서로 구별되는 구성 요소로 표시하였으나, 하나의 심층 신경망 내에 포함될 수 있다. 즉, 밝기 특성 생성기(120)가 노출 조절 네트워크(110)에 포함될 수도 있다.

[0032] 노출 조절 네트워크(110)는 외부로부터 LDR 영상과 목표 노출 값을 입력 받는다. 그리고, 이후 설명할 밝기 특성 생성기(120)로부터 밝기 정보를 수신한다.

[0033] 노출 조절 네트워크(110)는 입력된 목표 노출 값을 LDR 영상에 반영하여 노출값 반영 영상을 생성하여 출력한다.

[0034] 이를 위해, 노출 조절 네트워크(110)를 미리 학습 데이터를 이용하여 학습시킨다. 본 발명의 실시예에서는 AC-GANs(Auxiliary Classifier-Generative Adversarial Networks, 보조 분류기-생성적 적대 신경망) 구조를 이용하여 노출 조절 네트워크(110)를 학습시키는 것을 예를 들어 설명한다. 입력된 이미지와 해당 이미지에 반영될 노출값, 그리고 노출값이 반영된 정답 이미지를 쌍으로 갖는 학습 데이터가 노출 조절 네트워크(110)로 입력되면, 노출값이 반영된 정답 이미지가 출력되도록 사전에 노출 조절 네트워크(110)를 학습시킨다.

[0035] 밝기 특성 생성기(120)는 목표 노출 값과 입력 영상의 휘도 값을 입력 받아, 노출 조절 네트워크(110)에서 LDR 영상에 반영할 밝기 정보를 생성한다. 여기서, 밝기 정보는, 목표 노출 값을 LDR 영상에 반영할 때, 어느 지점을 얼마만큼의 밝기로 조절할 것인지를 나타내는 정보로, 픽셀 별로 반영될 밝기 정보를 특성 맵 형태로 생성되는 것을 예로 하여 설명한다.

- [0036] 노출 조절 네트워크(110)와 밝기 특성 생성기(120)는 모두 가중치로 구성된다. 따라서, 최초의 노출 조절 네트워크(110)는 임의의 가중치(weight)를 가지도록 초기화되고, 밝기 특성 생성기(120)가 최초로 생성하는 밝기 정보 역시 초기화된 가중치(weight)에 의한 임의의 값이다.
- [0037] 초기화된 노출 조절 네트워크(110)에 LDR 영상이 입력되면, 임의의 가중치로 영상의 밝기 값이 조절되어 의미 없는 영상이 출력된다. 밝기 특성 생성기(120)의 경우 영상이 아닌 특성 맵으로 출력 값이 생성되므로, 초기화된 밝기 특성 생성기(120)에 입력 영상이 들어간다면 임의의 가중치로 영상의 밝기 값이 조절되어 의미없는 특성맵이 출력된다. 이와 같이, 최초 노출 조절 네트워크(110)를 학습시킬 때, 밝기 특성 생성기(120)도 동시에 학습된다.
- [0038] 즉, 노출 조절 네트워크(110)가 가중치들로 LDR 영상로부터 노출 조절 이미지를 생성하면, 노출 조절 네트워크(110)는 학습 데이터에 포함되어 있는 노출값이 반영된 정답 이미지와 노출 조절 이미지를 비교한다. 그리고 노출 조절 이미지와 정답 이미지의 각 픽셀을 비교하여, 초기 노출 조절 네트워크와 밝기 특성 생성기의 가중치들을 수정하여 학습된 가중치들을 가지도록 한다. 본 발명의 실시예에서는 초기 가중치들을 조절하는 절차는 노출 조절 네트워크(110)를 학습시킬 때 같이 실행되는 것을 예로 하여 설명한다.
- [0039] 컨버터(130)는 입력되는 RGB의 LDR 영상을 YUV, Y-Pr-Pb, YCbCr 또는 Y'CbCr 등의 색공간으로 변환하고, 색공간으로부터 휘도 정보(Y)를 산출한다. 컨버터(130)는 산출된 휘도 정보를 밝기 특성 생성기(120)로 전달한다. 여기서, 컨버터(130)가 RGB에서 휘도 정보를 산출하는 방법은 이미 알려진 것으로, 본 발명의 실시예에서는 상세한 설명을 생략한다.
- [0040] 병합부(140)는 노출 조절 네트워크(110)에서 생성된 복수의 노출값 반영 영상들을 병합하여 HDR 영상으로 생성한다. 병합부(140)가 복수의 노출값 반영 영상들을 병합하여 HDR 영상으로 생성하는 방법은 이미 알려진 것으로, 본 발명의 실시예에서는 상세한 설명을 생략한다.
- [0041] 판별기(150)는 노출 조절 네트워크(110)에서 생성된 노출값 반영 영상과 LDR 영상을 하나의 셋트로 입력 받거나, LDR 영상과 노출값이 반영될 경우의 정답 이미지를 하나의 셋트로 입력 받는다.
- [0042] 그리고, 판별기(150)는 노출 값 반영 이미지인지 노출 값이 반영될 경우의 정답 이미지인지를 구분한다. 또한, 판별기(150)는 목표 노출 값이 EV-3부터 EV+3까지 7개 중 어떤 것인지 분류한다. 본 발명의 실시예에서는 노출 값의 범위를 -3에서부터 +3까지 7개를 예를 들어 설명하나, 반드시 이와 같이 한정되는 것은 아니다.
- [0043] 이상에서 설명한 역 톤 매핑 장치(100)로 노출 조절 네트워크를 학습하는 과정에 대해 도 2를 참조로 설명한다.
- [0044] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 노출 조절 네트워크의 학습 과정을 나타낸 예시도이다.
- [0045] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치(100)의 노출 조절 네트워크(110)는 한 장의 LDR 영상과 목표 노출 값을 입력 받아, 목표 노출 값만큼 변화된 노출 반영 이미지를 생성한다.
- [0046] 기존 스택 기반 접근법의 경우 한 번 학습되면 학습 데이터 셋에 의해 목표 노출 값이 고정된다. 이렇게 고정된 목표 노출 값을 변경하려면, 학습 데이터 셋을 변경하여 재 학습 해야만 변경이 가능하다.
- [0047] 이와 달리, 본 발명의 실시예에 따른 노출 조절 네트워크는 재 학습 없이도 비정수형 즉, 실수를 포함한 임의의 노출 값을 조절할 수 있기 때문에, 손실된 동적 영역을 매우 정밀하게 복원할 수 있다.
- [0048] 즉, 학습 데이터 셋에는 -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3의 노출 값과 각 노출 값이 적용된 이미지가 포함되어 있다고 가정한다. 이때, 차원 축소 기법을 이용하면 노출 값이 적용된 이미지들이 다면체 공간에서 연속적으로 존재하게 되기 때문에, 두 정수의 노출 값들 사이의 노출 값이 반영된 이미지도 파악할 수 있다.
- [0049] 이에 따라 본 발명의 실시예에서는 목표 노출 값으로 정수가 아닌 비정수 즉, 실수를 입력하더라도 노출 조절 네트워크(110)는 해당 실수에 해당하는 노출 값이 반영된 노출 반영 영상을 생성할 수 있다. 여기서, 차원 축소 기법은 이미 알려진 기법으로, 본 발명의 실시예에서는 상세한 설명을 생략한다.
- [0050] 또한, 기존 스택 기반 접근법은 과다 노출 또는 과소 노출로 인해 손실된 정보의 세부사항을 복원하지 못하는 한계를 가지고 있다. 노출 조정의 경우 비선형 함수에 의해 영역의 휘도에 따라 픽셀 별 밝기 변화 폭이 다르게 결정된다.
- [0051] 따라서, 동일한 가중치의 필터가 모든 픽셀에 적용되어 공간적으로 동등한 성질을 갖는 합성곱 연산은 적응적으로 밝기 값을 변화시키는 데 적합하지 않다. 그러므로, 본 발명의 실시예에서는 입력 영상의 휘도 성분과 목

표 노출 값을 통해 정규화 파라미터를 결정함으로써, 적응적으로 픽셀 밝기 값을 변화시키는데 용이한 새로운 공간 적응적 정규화를 제안한다.

[0052] 이때, 밝기 특성 생성기(120)는 밝기 조정이 필요한 영역을 추정하기 위해 밝기 정보를 생성하고, 네트워크에 저주파 성분을 복원하는 노출 값 조건부 합성 곱(EV Conditional Convolution)을 추가함으로써 공간 적응적 정규화가 고주파 성분 복원에 집중하도록 유도한다.

[0053] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 노출 조절 네트워크의 예시도이다.

[0054] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에서는 입력된 이미지인 LDR 영상을 인코더(도면 미도시)에서 잠재 표현(latent representation)으로 압축하고, 디코더(도면 미도시)에서 목표 노출값에 의해 변경된 이미지로 복원한다. 여기서, 잠재 표현으로 압축한다는 의미는, 입력된 LDR 영상을 가장 잘 나타내는 압축본을 생성한다는 것을 의미하며, 잠재 표현으로 압축하는 방법은 이미 입력 영상을 생성하는 오토 인코더 분야 알려진 것으로 본 발명의 실시예에서는 상세한 설명을 생략한다.

[0055] 이를 위해, 본 발명의 실시예에서는 공간 적응 정규화와 노출값 조건부 합성 곱을 사용하여 디코더를 설계하는 것을 예로 하여 설명하나, 반드시 이와 같이 한정되는 것은 아니다.

[0056] 지름길 연결에서, 특징 맵의 공간 차원으로 확장된 목표 노출값은 특징 맵에 연결되고, 이어서 저주파 성분을 변경하기 위해 합성 곱 층에 적용된다. 공간 적응 정규화는 밝기 특성 생성기(120)에서 생성된 밝기 정보를 수신하고, 고주파수 성분을 변경시킨다.

[0057] 노출값 조건부 합성 곱을 통해 복원된 저주파 성분과, 공간적 적응 정규화를 통해 복원된 고주파 성분이 요소 별로 더해짐에 따라, 이미지의 노출값은 목표 노출값에 의해 변경된다.

[0058] 톤 맵핑된(Tone Mapped) HDR 영상에 대한 정량적 평가를 위하여, 본 발명의 실시예에서는 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)과 SSIM(Structure Similarity Index)이 지표로 사용하는 것을 예로 하여 설명한다. 그리고 Reinhard의 톤 매핑 알고리즘도 사용하여 정량적 평가를 수행하는 것을 예로 하여 설명하나, 반드시 이와 같이 한정되는 것은 아니다.

[0059] HDR 영상에 대한 정량적 평가를 위해, HDR-VDP-2 점수가 사용될 수 있다. 표 1에서는 제안하는 방법과 Deep Recursive HDRI의 정량적 성능 비교를 수치로 표현하였다.

표 1

[0060]

	PSNR		SSIM		HDR-VDP-2	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
본 발명의 실시예	35.79	3.17	0.965	0.042	60.64	4.98
Deep Recursive HDRI	33.86	3.45	0.947	0.053	58.19	4.79

[0061] 표 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 방법이 Deep Recursive HDRI보다 평균 PSNR이 1.93dB 높고, 평균 SSIM이 0.018 높으며, 평균 HDR-CDP-2가 2.45 높은 성능을 달성함을 알 수 있다.

[0062] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치의 동작 방법에 대한 흐름도이다.

[0063] 도 4에 도시된 바와 같이, 역 톤 매핑 장치(100)는 노출 조절 네트워크(110)와 밝기 특성 생성기(120)를 학습 데이터로 학습시킨다(S100). 여기서 학습 데이터는 LDR 영상, 노출값, 그리고 노출값이 LDR 영상에 반영된 정답 이미지를 포함한다.

[0064] 즉, 역 톤 매핑 장치(100)는 입력된 이미지와 해당 이미지에 반영될 노출값, 그리고 노출값이 반영된 정답 이미지를 쌍으로 갖는 학습 데이터가 노출 조절 네트워크(110)와 밝기 특성 생성기(120)로 입력되면, 노출값이 반영된 노출값 반영 영상이 출력되도록 사전에 노출 조절 네트워크(110)와 밝기 특성 생성기(120)를 학습시킨다. 그리고 역 톤 매핑 장치(100)는 노출 조절 네트워크(110)에서 생성된 노출값 반영 영상과 정답 이미지를 비교하여, 노출 조절 네트워크(110)와 밝기 특성 생성기(120)의 최초 가중치들을 조절시킨다.

[0065] 이와 같이 노출 조절 네트워크(110)와 밝기 특성 생성기(120)를 학습시킨 후, 역 톤 매핑 장치(100)는 LDR 영상

과 목표 노출 값을 수신한다(S110). 그리고 학습된 노출 조절 네트워크(110)가 LDR 영상에 노출 값을 반영하여, 노출값 반영 영상으로 생성한다(S120).

[0066] 이때, 역 톤 매핑 장치(100)는 LDR 영상으로부터 휘도 값을 추출하고, 상기 밝기 특성 생성기(120)에 제공한다. 밝기 특성 생성기(120)는 휘도 값과 목표 노출 값을 기초로 특성 맵을 생성하여 노출 조절 네트워크(110)로 전달한다.

[0067] 노출 조절 네트워크(110)는 LDR 영상에 특성 맵을 적용하여 노출값 반영 영상을 생성한다. 역 톤 매핑 장치(100)는 복수의 노출값 반영 영상을 병합하여 HDR 영상으로 생성한다.

[0068] 다음은 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치(100)와 일반적인 기술을 이용한 경우 LDR 영상을 HDR 영상으로 변환한 성능을 도 5를 참조로 비교한다.

[0069] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치와 일반적인 기술을 이용할 경우의 성능 비교를 나타낸 예시이다.

[0070] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치(100)를 통해 생성된 HDR 영상과 Deep Recursive HDRI의 정성적 성능 비교를 확인할 수 있다. 도 5에서 (a)는 정답 이미지, (b)는 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 장치(100)를 통해 목표 노출값이 반영된 이미지, 그리고 (c)는 일반적인 Deep Recursive HDRI를 이용한 경우의 이미지를 나타낸다.

[0071] LDR 영상이 입력되면, Deep Recursive HDRI의 경우 재귀적 추론에 의한 오차 누적으로 심하게 과다 노출 또는 과소 노출된 영역의 세부사항이 복원되지 않고 뭉개진 결과를 보인다. 그러나, 본 발명의 실시예에 따른 방법에 따른 역 톤 매핑 장치(100)를 이용하면, 광원을 포함하여 심하게 과다 노출 또는 과소 노출된 영역의 세부사항을 뚜렷하게 복원됨을 알 수 있다.

[0072] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 하드웨어 구성도이다.

[0073] 도 6에 도시된 바와 같이, 역 톤 매핑 장치(100)는 적어도 하나의 프로세서에 의해 동작하는 컴퓨팅 장치(200)에서, 본 발명의 동작을 실행하도록 기술된 명령들(instructions)이 포함된 프로그램을 실행한다.

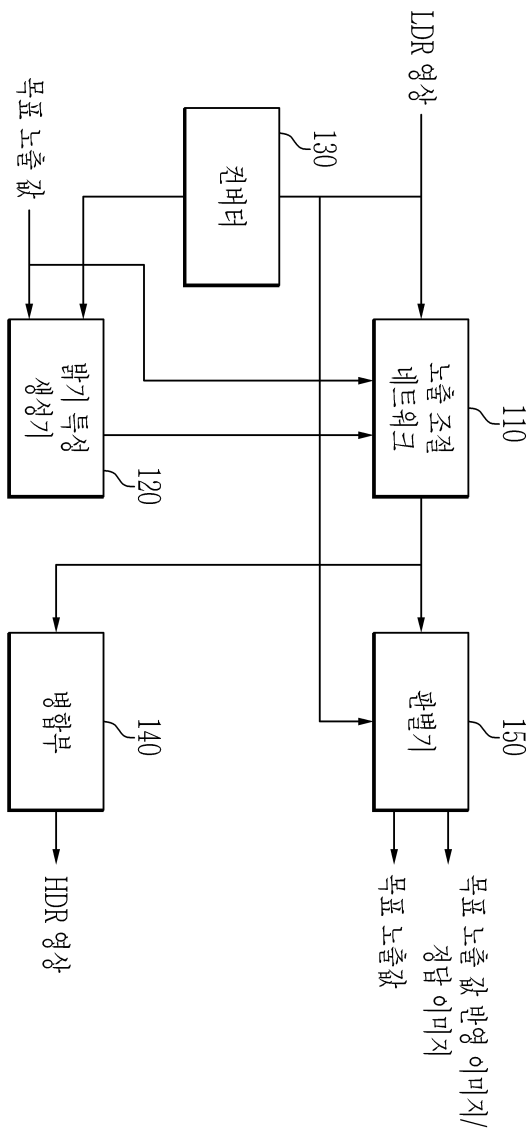
[0074] 컴퓨팅 장치(200)의 하드웨어는 적어도 하나의 프로세서(210), 메모리(220), 스토리지(230), 통신 인터페이스(240)를 포함할 수 있고, 버스를 통해 연결될 수 있다. 이외에도 입력 장치 및 출력 장치 등의 하드웨어가 포함될 수 있다. 컴퓨팅 장치(200)는 프로그램을 구동할 수 있는 운영 체제를 비롯한 각종 소프트웨어가 탑재될 수 있다.

[0075] 프로세서(210)는 컴퓨팅 장치(200)의 동작을 제어하는 장치로서, 프로그램에 포함된 명령들을 처리하는 다양한 형태의 프로세서(210)일 수 있고, 예를 들면, CPU(Central Processing Unit), MPU(Micro Processor Unit), MCU(Micro Controller Unit), GPU(Graphic Processing Unit) 등 일 수 있다. 메모리(220)는 본 발명의 동작을 실행하도록 기술된 명령들이 프로세서(210)에 의해 처리되도록 해당 프로그램을 로드한다. 메모리(220)는 예를 들면, ROM(read only memory), RAM(random access memory) 등 일 수 있다. 스토리지(230)는 본 발명의 동작을 실행하는데 요구되는 각종 데이터, 프로그램 등을 저장한다. 통신 인터페이스(240)는 유/무선 통신 모듈일 수 있다.

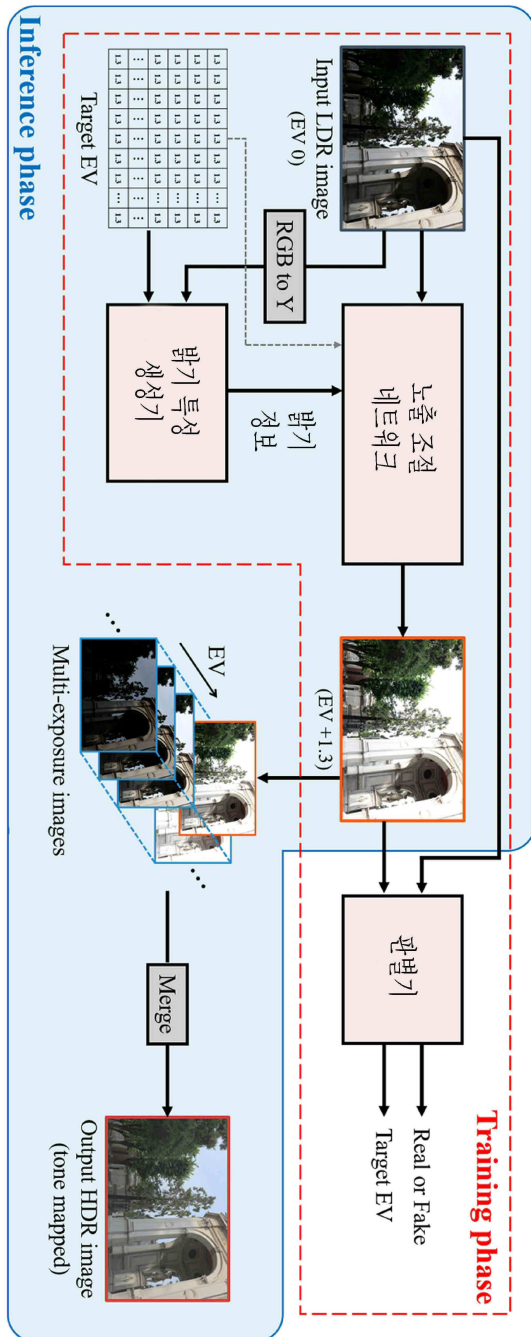
[0076] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

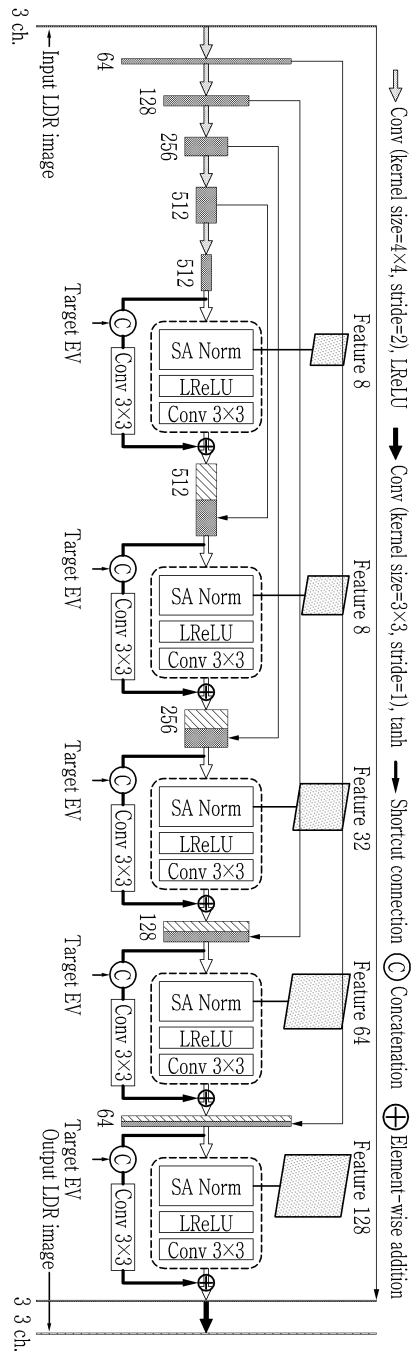
도면1



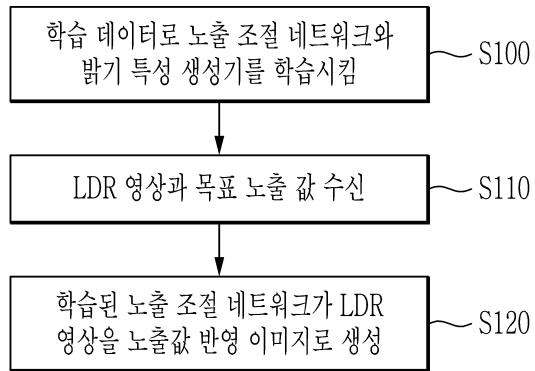
도면2



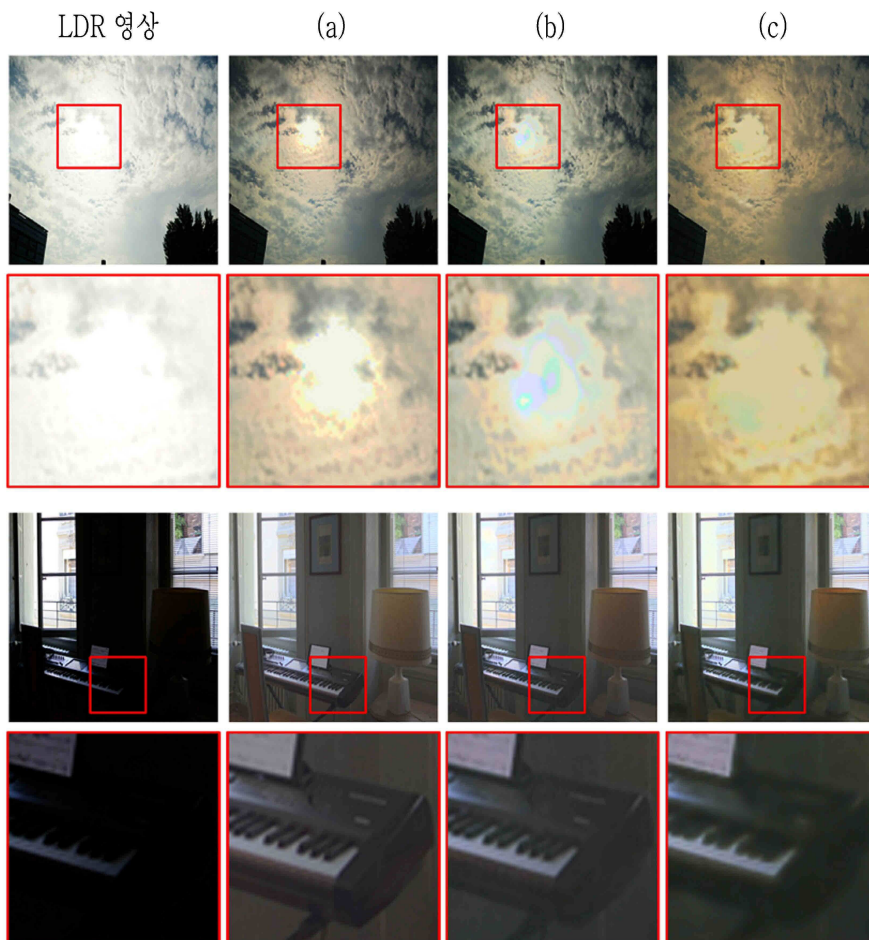
도면3



도면4



도면5



도면6

