



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월07일

(11) 등록번호 10-2475139

(24) 등록일자 2022년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 5/00 (2019.01)

(52) CPC특허분류

G06T 5/007 (2013.01)

G06T 2207/20208 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0070797

(22) 출원일자 2018년06월20일

심사청구일자 2021년06월07일

(65) 공개번호 10-2019-0000811

(43) 공개일자 2019년01월03일

(30) 우선권주장

17305778.7 2017년06월23일

유럽특허청(EPO)(EP)

(56) 선행기술조사문헌

EP3136737 A1

KR1020160102524 A

WO2017036908 A1

(73) 특허권자

인터디지털 브이씨 홀딩스 인코포레이티드

미국 19809 텔라웨어주 윌밍턴 스위트 300 벨뷰
파크웨이 200

(72) 발명자

꼬뱅, 로랑

프랑스 35576 세송 세비네 세에스 176 16 자크 데
상 블랑 아브뉴 데 상 블랑 975 페끄니폴로르 에
르 에 데 프랑스

뿔리, 따니아

프랑스 35576 세송 세비네 세에스 176 16 자크 데
상 블랑 아브뉴 데 상 블랑 975 페끄니폴로르 에
르 에 데 프랑스

게르백, 조나단

프랑스 35576 세송 세비네 세에스 176 16 자크 데
상 블랑 아브뉴 데 상 블랑 975 페끄니폴로르 에
르 에 데 프랑스

(74) 대리인

양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김광식

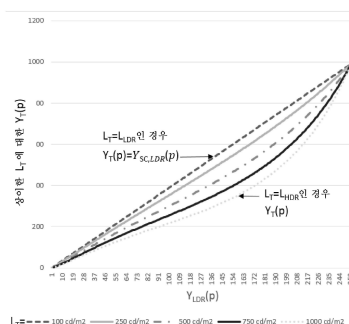
(54) 발명의 명칭 이미지를 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 LT에 톤 적응시키기 위한 방법

(57) 요약

본 발명은:

- 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 을 획득하는 단계,
- 높은 동적 범위 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$ 및 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 의 가중합으로서 타겟 확장 지수들 $E_T(p)$ 을 획득하는 단계,
- 획득된 타겟 확장 지수 $E_T(p)$ 를 이미지의 낮은 동적 범위 버전의 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용하여, 타겟 휘도 값들 Y_T 을 도출하는 단계,
- 상기 타겟 휘도 값들 Y_T 에 기초하여 상기 이미지의 톤-적응된 버전을 구축하는 단계를 포함한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

높은 피크 휘도 L_{HDR} 를 갖는 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되도록 적응된 이미지의 높은 동적 범위 버전의 확장된 휘도 값들 Y_{HDR} 을 얻기 위해, 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 을 갖는 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되도록 적응된 상기 이미지의 낮은 동적 범위 버전으로부터, 그리고 상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용될 높은 동적 범위 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$ 로부터, 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T 로 상기 이미지를 톤 적응(tone adapting)시키기 위한 이미지 프로세싱 방법으로서, 상기 방법은,

상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용되는 경우 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 이 높은 동적 범위 $[0, L_{HDR}]$ 내에서 선형으로 스케일링(scaling)되도록, 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 을 획득하는 단계,

상기 높은 동적 범위 확장 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 가중치 $0 \leq \alpha_{in} \leq 1$ 및 $(1 - \alpha_{in})$ 과 동일한 낮은 동적 범위 확장 지수 $E_{LDR}(p)$ 의 가중치로, 상기 높은 동적 범위 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$ 및 획득된 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 의 가중합으로서 타겟 확장 지수들 $E_T(p)$ 을 획득하는 단계 - 상기 높은 동적 범위 확장 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 가중치 α_{in} 는 상기 타겟 디스플레이 디바이스의 상기 타겟 피크 휘도 L_T 와 상기 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 차이에 비례하고, 상기 차이는 상기 높은 피크 휘도 L_{HDR} 과 상기 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 다른 차이에 의해 스케일링됨 -,

획득된 타겟 확장 지수 $E_T(p)$ 를 상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용하여, 타겟 휘도 값들 Y_T 를 도출하는 단계,

상기 타겟 휘도 값들 Y_T 에 기초하여 상기 이미지의 톤-적응된 버전을 구축(building)하는 단계

를 포함하는, 이미지 프로세싱 방법.

청구항 2

높은 피크 휘도 L_{HDR} 을 갖는 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되도록 적응된 이미지의 높은 동적 범위 버전의 확장된 휘도 값들 Y_{HDR} 을 얻기 위해, 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 을 갖는 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되도록 적응된 상기 이미지의 낮은 동적 범위 버전으로부터, 그리고 상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용될 높은 동적 범위 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$ 로부터, 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T 로 상기 이미지를 톤 적응시키기 위한 이미지 프로세싱 디바이스로서, 상기 디바이스는,

상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용되는 경우 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 이 높은 동적 범위 $[0, L_{HDR}]$ 내에서 선형으로 스케일링되도록, 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 을 획득하고,

상기 높은 동적 범위 확장 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 가중치 $0 \leq \alpha_{in} \leq 1$ 및 $(1 - \alpha_{in})$ 과 동일한 낮은 동적 범위 확장 지수 $E_{LDR}(p)$ 의 가중치로, 상기 높은 동적 범위 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$ 및 획득된 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 의 가중합으로서 타겟 확장 지수들 $E_T(p)$ 을 획득하고 - 상기 높은 동적 범위 확장 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 가중치 α_{in} 는 상기 타겟 디스플레이 디바이스의 상기 타겟 피크 휘도 L_T 와 상기 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 차이에 비례하고, 상기 차이는 상기 높은 피크 휘도 L_{HDR} 과 상기 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 다른 차이에 의해 스케일링됨

-,

획득된 타겟 확장 지수 $E_T(p)$ 를 상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용하여, 타겟 휘도 값들 Y_T 를 도출하고,

상기 타겟 휘도 값들 Y_T 에 기초하여 상기 이미지의 톤-적응된 버전을 구축하도록 구성되는 적어도 하나의 프로세서
를 포함하는, 이미지 프로세싱 디바이스.

청구항 3

제2항에 따른 이미지 프로세싱 디바이스를 통합하는 전자 디바이스.

청구항 4

제3항에 있어서, 카메라, TV 세트(TV set), 모니터, 헤드 장착 디스플레이(head mounted display), 셋톱 박스, 게이트웨이, 스마트폰 및 태블릿으로 이루어진 그룹에서 선택되는, 전자 디바이스.

청구항 5

컴퓨팅 디바이스 상에서 프로그램이 실행되는 경우, 제1항에 따른 방법의 단계들을 수행하기 위한 프로그램 코드의 명령어들을 기록하는 컴퓨터로 읽을 수 있는 비일시적 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이미지들의 동적 범위 변환(dynamic range transformation)에 관한 것이고, 특히 그러나 비배타적으로, 적어도 낮은 동적 범위 이미지들로부터 높은 동적 범위 이미지들을 생성하기 위한 이미지 프로세싱에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특히, 지수를 갖는 지수 함수(exponent function)를 사용하여 이러한 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} (또는 저역 통과 필터링된 휘도 값들 $Y_{LDR-LPF}$)을 지수적으로 스케일링(scaling)함으로써, 이미지의 대응하는 높은 동적 범위(high dynamic range)(HDR) 버전의 컬러들을 생성하기 위해, 이러한 이미지의 낮은 동적 범위(low dynamic range)(LDR) 버전의 휘도 값들 Y_{LDR} 을 확장된 휘도 값들 Y_{HDR} 로 변환하는 것이 W02015/096955로부터 공지되어 있다. LDR 이미지의 각각의 픽셀 p 에 대해, 예를 들어 W02015/096955, W02017/032822 및 W02017/036908에 개시된 바와 같이, 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 값이 컴퓨팅될 수 있다. 이미지의 각각의 픽셀에 대한 이러한 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 값들은 확장 지수 맵(expansion exponent map)을 형성한다.

[0003] 그 다음, 이러한 지수 역 톤 매핑(inverse Tone Mapping)(iTM)은 다음 수식으로 요약될 수 있다:

$$Y_{HDR}(p) = Y'_{LDR}(p)^{E_{HDR}(p)} \times Y_s(p) \quad (1a)$$

[0005] - 여기서 $Y'_{LDR}(p)$ 은 이미지의 픽셀 p 의 컬러의 낮은 동적 범위 휘도 값, 즉, $Y_{LDR}(p)$, 또는 예를 들어, W02017/190850에 개시된 바와 같이 예를 들어, 동일한 컬러의 저역 통과 필터링된 휘도 값과 동일할 수 있고;

[0006] - 여기서 $Y_s(p)$ 는, 예를 들어, 휘도 확장에 의해 평활화될 수 있는 세부사항들을 향상시키기 위해 및/또는 이미지의 확장된 버전의 잡음을 제거하기 위해 W02015/096955에 개시된 바와 같이 적용된 스케일링 함수(scaling function)이다.

[0007] 일반적으로, 컬러들의 휘도 값들의 범위 모두가, LDR 디스플레이 디바이스가 디스플레이할 수 있는 최대 휘도에 대응하는 낮은 피크 휘도 레벨 L_{LDR} 과 동일하거나 그보다 열등하도록 이미지의 LDR 버전이 제공된다. 이러한

LDR 버전이 B_{LDR} 비트들을 사용하여 코딩되면, 낮은 피크 휘도 레벨 L_{SDR} 은 코딩된 값 $2^{B_{LDR}}-1$ 에 대응한다. $B_{LDR} = 10$ 인 경우 및 $L_{LDR} = 100$ nits인 경우, 코딩된 값 1023은 100 nits에 대응한다.

[0008] 예를 들어, 앞서 설명된 바와 같이 생성될 때, 이미지의 HDR 버전은 컬러들의 휘도 값들의 범위 모두가, 주어진 HDR 디스플레이 디바이스가 디스플레이할 수 있는 최대 휘도에 대응하는 더 높은 피크 휘도 레벨 L_{HDR} 과 동일하거나 그보다 열등하게 된다. 이는, 이미지의 주어진 HDR 버전이 특히 L_{HDR} 과 동일한 피크 휘도 레벨을 갖는 디스플레이 디바이스들에 의해 디스플레이되도록 적응됨을 의미한다. 이러한 HDR 버전이 B_{HDR} 비트들을 사용하여 코딩되면, 높은 피크 휘도 레벨 L_{HDR} 은 코딩된 값 $2^{B_{HDR}}-1$ 에 대응한다. $B_{HDR} = 12$ 이고 $L_{HDR} = 1000$ nits이면, 코딩된 값 4095은 1000 nits에 대응한다.

[0009] $L_{LDR} < L_T < L_{HDR}$, 또는 $L_T > L_{HDR}$ 인 경우에는 항상, 낮은 피크 휘도 레벨 L_{LDR} 과 상이하고 높은 피크 휘도 레벨 L_{HDR} 과 상이한 타겟 피크 휘도 L_T 를 갖는 타겟 디스플레이 디바이스에 의해 이미지가 디스플레이되어야 하는 경우 문제가 발생한다. 즉, 이러한 문제는, HDR 이미지가 생성되었거나 생성될 수 있는 높은 피크 휘도 레벨 L_{HDR} 과 상이한 타겟 피크 휘도 L_T 에 대한 이미지의 톤 적응이다

[0010] 문헌 W02013/046095는 이러한 문제를 해결하기 위한 몇몇 솔루션들을 개시한다.

발명의 내용

[0011] 본 발명의 목적은 특히 지수 역 톤 매핑의 상황에서 상기 문제를 해결하는 것이다.

[0012] 이러한 목적으로, 본 발명의 주제는, 높은 피크 휘도 L_{HDR} 을 갖는 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되도록 적응된 이미지의 높은 동적 범위 버전의 확장된 휘도 값들 Y_{HDR} 을 얻기 위해, 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 을 갖는 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되도록 적응된 상기 이미지의 낮은 동적 범위 버전으로부터, 그리고 상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용될 높은 동적 범위 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$ 로부터, 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T 로 상기 이미지를 톤 적응시키기 위한 이미지 프로세싱 방법으로서, 상기 방법은,

[0013] 상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용되는 경우 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 이 높은 동적 범위 $[0, L_{HDR}]$ 내에서 선형으로 스케일링되도록, 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 을, 바람직하게는 컴퓨팅함으로써 획득하고,

[0014] 높은 동적 범위 확장 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 가중치 $0 \leq \alpha_{in} \leq 1$ 로, 높은 동적 범위 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$ 및 획득된 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 의 가중합으로서 타겟 확장 지수들 $E_T(p)$ 을, 바람직하게는 컴퓨팅함으로써 획득하는 단계 - 이러한 가중치 α_{in} 는 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T 와 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 차이에 비례하고, 이러한 차이는 높은 피크 휘도 L_{HDR} 과 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 다른 차이에 의해 스케일링됨 -,

[0015] 획득된 타겟 확장 지수 $E_T(p)$ 를 상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용하여, 타겟 휘도 값들 Y_T 를 도출하는 단계,

[0016] 상기 타겟 휘도 값들 Y_T 에 기초하여 상기 이미지의 톤-적응된 버전을 구축하는 단계를 포함한다.

[0017] 바람직하게는, 높은 동적 범위 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$, 획득된 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 및 획득된 타겟 확장 지수들 $E_T(p)$ 는 제1, 제2 및 제3 맵을 형성한다.

[0018] 바람직하게는, 낮은 동적 범위 확장 지수 $E_{LDR}(p)$ 의 가중치는 $1 - \alpha_{in}$ 와 동일하다.

[0019] 본 발명의 주제는 또한, 높은 피크 휘도 L_{HDR} 을 갖는 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되도록 적응된 이미지의 높은 동적 범위 버전의 확장된 휘도 값들 Y_{HDR} 을 얻기 위해, 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 을 갖는 디스플레이 디바이스

상에 디스플레이되도록 적응된 상기 이미지의 낮은 동적 범위 버전으로부터, 그리고 상기 이미지의 상기 낮은 동적 범위 버전의 저역 통과 필터링된 휘도 값들에 또는 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 에 적용될 높은 동적 범위 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$ 로부터, 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T 로 상기 이미지를 톤 적응시키기 위한 이미지 프로세싱 디바이스로서, 상기 디바이스는 상기 방법을 구현하도록 구성되는 적어도 하나의 프로세서를 포함한다.

[0020] 본 발명의 주제는 또한 이러한 이미지 프로세싱 디바이스를, 예를 들어, 카메라, TV 세트, 모니터, 헤드 장착 디스플레이, 셋톱 박스, 게이트웨이, 스마트폰 및 태블릿으로서 통합하는 전자 디바이스이다.

[0021] 본 발명의 주제는 또한, 프로그램이 컴퓨팅 디바이스 상에서 실행되는 경우, 상기 방법의 단계들을 실행하기 위한 프로그램 코드의 명령어들을 반송하는 비일시적 저장 매체에 관한 것이다.

[0022] 본 발명의 주제는 또한, 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 를 갖는 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되도록 적응된 이러한 이미지의 낮은 동적 범위 버전으로부터, 그리고 높은 피크 휘도 L_{HDR} 를 갖는 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되도록 적응된 이미지의 높은 동적 범위 버전으로부터, 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T 로 이미지를 톤 적응시키기 위한 이미지 프로세싱 방법으로서, 상기 방법은,

[0023] 상기 이미지의 각각의 픽셀 p 에 대해, 높은 동적 범위 확장 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 가중치 $0 \leq \alpha_{in} \leq 1$ 로, 이러한 픽셀의 스케일링된 낮은 동적 범위 휘도 $Y'_{SC-LDR}(p)$ 와 이미지의 높은 동적 범위 버전에서 동일한 픽셀의 높은 동적 범위 휘도 $Y_{HDR}(p)$ 의 가중합에 기초하여 타겟 휘도 $Y'_T(p)$ 를 컴퓨팅하는 단계 - 가중치 α_{in} 는 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T 와 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 차이에 비례하고, 이러한 차이는 높은 피크 휘도 L_{HDR} 과 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 다른 차이에 의해 스케일링되고, 상기 스케일링된 낮은 동적 범위 휘도 $Y'_{SC-LDR}(p)$ 는 낮은 동적 범위 $[0, L_{LDR}]$ 내에서 동일한 픽셀 $Y_{LDR}(p)$ 의 낮은 동적 범위 휘도 값을 선형으로 스케일링함으로써 획득됨 -,

[0024] 상기 타겟 휘도 값들 Y_T 에 기초하여 상기 이미지의 톤-적응된 버전을 구축하는 단계를 포함한다.

[0025] 본 발명의 주제는 또한 이러한 방법을 구현하도록 구성된 이미지 프로세싱 디바이스 및 이러한 이미지 프로세싱 디바이스를 통합하는 전자 디바이스이다.

도면의 간단한 설명

[0026] 본 발명은 비제한적인 예들의 방식으로 첨부된 도면을 참조하여 주어지는 다음의 설명을 읽음으로써 더욱 명확하게 이해될 것이다.

도 1은 타겟 피크 휘도 L_T 의 차이 값들에 대해, 이미지의 픽셀들 p 의 타겟 휘도 값들 $Y_T(p)$ 로의 LDR 휘도 값들 $Y_{LDR}(p)$ 의 톤 확장(tone expansion)을, 이러한 이미지의 톤 적응(tone adaptation)의 제1 실시예에 따라 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 도면들에 도시된 다양한 엘리먼트들의 기능들은 적절한 소프트웨어와 관련하여 소프트웨어를 실행할 수 있는 하드웨어뿐만 아니라 전용 하드웨어의 사용을 통해 제공될 수 있다.

[0028] 본 발명은 다양한 형태들의 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 특수 목적 프로세서들, 또는 이들의 조합들로 구현될 수 있음을 이해해야 한다. 용어 "프로세서"는 소프트웨어를 실행할 수 있는 하드웨어만을 배타적으로 지칭하는 것으로 해석되어서는 안되며, 디지털 신호 프로세서("DSP") 하드웨어, 소프트웨어를 저장하기 위한 판독 전용 메모리("ROM") 소프트웨어, 랜덤 액세스 메모리("RAM") 및 비휘발성 스토리지를 명시적으로 포함할 수 있고, 이것으로 제한되지 않는다. 본 발명은 특히 하드웨어 및 소프트웨어의 조합으로 구현될 수 있다. 또한, 소프트웨어는 프로그램 저장 유닛 상에 유형적으로 구체화된 애플리케이션 프로그램으로서 구현될 수 있다. 이러한 소프트웨어는 다른 소프트웨어에 통합될 플러그-인의 형태를 취할 수 있다. 애플리케이션 프로그램은 임의의 적절한 아키텍처를 포함하는 이미지 프로세싱 디바이스에 업로드되고 그에 의해 실행될 수 있다.

[0029] 바람직하게는, 이미지 프로세싱 디바이스는 하나 이상의 중앙 프로세싱 유닛들("CPU") 또는 프로세서들, 랜덤

엑세스 메모리("RAM") 및 입력/출력("I/O") 인터페이스들과 같은 하드웨어를 갖는 컴퓨터 플랫폼 상에 구현된다. 컴퓨터 플랫폼은 또한 운영 시스템 및 마이크로 명령어 코드를 포함할 수 있다. 본 명세서에 설명된 다양한 프로세스들 및 기능들은 CPU에 의해 실행될 수 있는 마이크로 명령어 코드의 일부 또는 애플리케이션 프로그램의 일부 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 컴퓨터 플랫폼은 타겟 피크 휘도 L_T 를 갖는 타겟 디스플레이 디바이스에 연결된다. 또한, 다양한 다른 주변 유닛들은 이미지들을 수신하도록 구성되는 이미지 수신 디바이스, 이미지 데이터를 저장하도록 구성되는 추가적인 데이터 저장 유닛, 원격 제어 유닛, 등과 같은 컴퓨터 플랫폼에 연결될 수 있다. 이러한 이미지 프로세싱 디바이스는 이미지들을 수신 및/또는 저장할 수 있는 전자 디바이스, 예를 들어, 카메라, TV 세트(TV set), 셋톱박스, 모니터, 키보드, 스마트폰, 태블릿, 헤드- 장착 디스플레이(head-mounted display)의 일부일 수 있다.

[0030] 이미지의 톤 적응을 위한 이러한 이미지 프로세싱 디바이스의 모든 컴포넌트들은 이하 설명되는 방법의 제1 또는 제2 실시예들의 상이한 단계들을 구현하기 위해 그 자체로 공지된 방식으로 구현된다.

[0031] 제1 실시예:

[0032] 이러한 제1 실시예에서, 이미지 프로세싱 디바이스는 하기 데이터를 수신 및/또는 저장한다고 가정된다:

[0033] - 이미지의 각각의 픽셀에 대한 LDR 휘도 값 $Y_{LDR}(p)$ 을 제공하는, 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 을 갖는 LDR 디스플레이 디바이스에 의해 디스플레이되도록 적응된 이미지의 LDR 버전 - 이러한 LDR 버전은 일반적으로 B_{LDR} 비트들(예를 들어, 256개의 상이한 값들에 대응하는 8 비트)에 걸쳐 이진 코딩됨 -;

[0034] - 높은 피크 휘도 L_{HDR} 을 갖는 HDR 디스플레이 디바이스에 의해 디스플레이될 HDR 버전을 생성하기 위해 LDR 버전의 휘도 값들을 확장하는데 사용될 HDR 확장 지수들 $E_{HDR}(p)$ 의 맵 - 이러한 HDR 버전은 일반적으로 더 넓은 범위 $[0, N_{HDR}]$ (예를 들어, 1024개의 상이한 값들에 대응하는 10 비트) 내에서 2진 코딩될 것임 -;

[0035] - 이러한 이미지 프로세싱 디바이스에 연결되는(또는 그에 연결될) 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T .

[0036] 동일한 이미지의 LDR 버전을 HDR 버전과 비교하기 위해, 이러한 실시예의 제1 단계에서, LDR 버전의 휘도 값들은 높은 동적 범위 $[0, L_{HDR}]$ 내에서 선형으로 스케일링되어 스케일링된 LDR 휘도 값들 $Y_{SC-LDR}(p)$ 가 획득된다. 이러한 스케일링 단계의 목적은 HDR 버전의 휘도 값들의 범위에 걸쳐 LDR 버전의 휘도 값들을 스케일링하는 것이다. 예를 들어, 다음 수식에 따라 구간 $[0, N_{LDR}]$ (예를 들어 256개의 상이한 값에 대응함)에 걸쳐 이러한 LDR 휘도 값들 $Y_{SC-LDR}(p)$ 을 스케일링할 것이다:

[0037]
$$Y_{SC,LDR}(p) = Y_{LDR}(p) * \frac{L_{HDR}}{N_{LDR}} \quad (2)$$

[0038] 비 $\frac{L_{HDR}}{N_{LDR}}$ 은 스케일링 비이다.

[0039] N_{LDR} 은 비트들 B_{LDR} 의 수와 관련될 수 있고, 이에 대해 LDR 버전의 휘도 값들이 코딩되고, 그 다음 $N_{LDR} = 2^{B_{LDR}} - 1$ 이다. N_{LDR} 은 비트들 B_{LDR} 의 수와 독립적일 수 있다.

[0040] 도 1의 일점 쇄선은 $Y_{LDR}(p)$ 의 함수에서 $Y_{SC,LDR}(p)$ 의 변화를 예시한다.

[0041] 또한 이러한 제1 단계에서, LDR 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 은 다음과 같이 이러한 스케일링된 LDR 휘도 값들 $Y_{SC,LDR}(p)$ 를 근사화하도록 컴퓨팅된다:

[0042]
$$Y_{SC,LDR}(p) = Y_{LDR}(p)^{E_{LDR}(p)} \quad (1b)$$

[0043] 그 다음, 이러한 획득된 LDR 확장 지수 값들 $E_{LDR}(p)$ 은 맵을 형성한다.

따라서,

$$Y_{LDR}(p)^{E_{LDR}(p)} = Y_{LDR}(p) * \frac{L_{HDR}}{N_{LDR}} \quad (3)$$

$$E_{LDR}(p) * \log(Y_{LDR}(p)) = \log(Y_{LDR}(p)) + \log\left(\frac{L_{HDR}}{N_{LDR}}\right) \quad (4)$$

이때, 따라서 LDR 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 의 맵은 다음과 같이 컴퓨팅된다:

$$E_{LDR}(p) = 1 + \frac{\log\left(\frac{L_{HDR}}{N_{LDR}}\right)}{\log(Y_{LDR}(p))} \quad (5a)$$

수식 (5a)에서, $\log(Y(i))$ 로 나누기 때문에, 0으로 나누는 것을 회피하기 위해 주의가 필요하다. 따라서, 그 대신 E_{SDR} 을 다음과 같이 정의한다:

$$E_{LDR}(p) = \begin{cases} 1, & Y(p) = 1 \\ 1 + \frac{\log\left(\frac{L_{HDR}}{N_{LDR}}\right)}{\log(Y_{LDR}(p))}, & \text{그렇지 않으면} \end{cases} \quad (5b)$$

요약하면, 이러한 제1 단계에서, 이미지의 낮은 동적 범위 버전의 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} (또는 저역 통과 필터링된 휘도 값들)에 적용되는 경우 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} 이 팩터 $\frac{L_{HDR}}{N_{LDR}}$ 만큼 스케일링되도록, 낮은 동적 범위 확장 지수들 $E_{LDR}(p)$ 의 맵이 컴퓨팅된다.

제2 단계에서, 이미지의 각각의 픽셀 p 에 대해, 타겟 확장 지수 값들 $E_T(p)$ 는 HDR 확장 지수 $E_{HDR}(p)$ 및 LDR 확장 지수 $E_{LDR}(p)$ 의 가중합으로서 컴퓨팅되며:

$$E_T(p) = \alpha_{in} E_{HDR}(p) + (1 - \alpha_{in}) E_{LDR}(p) \quad (6)$$

HDR 확장 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 가중치 $0 \leq \alpha_{in} \leq 1$ 은 상기 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T 와 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 차이에 비례하고, 이러한 차이는 높은 피크 휘도 L_{HDR} 과 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 다른 차이에 의해 스케일링된다. 이러한 가중치 α_{in} 은 바람직하게는 다음과 같이 컴퓨팅된다:

$$\alpha_{in} = \frac{L_T - L_{LDR}}{L_{HDR} - L_{LDR}} \quad (7)$$

그 다음, 보간된 확장 지수 맵 $E_T(p)$ 가 획득된다.

제3 단계에서, 타겟 확장 지수 맵 $E_T(p)$ 에 기초한 지수를 갖는 지수 함수를 사용하여 이러한 낮은 동적 범위 휘도 값들 Y_{LDR} (또는 저역 통과 필터링된 휘도 값들 $Y_{LDR-LPF}$)을 지수적으로 스케일링함으로써, LDR 이미지의 휘도 값들은 대응하는 타겟 범위 이미지의 컬러들을 생성하기 위해 타겟 휘도 값들 Y_T 로 확장된다. 그 다음, 이러한 역톤 매핑(iTM)은 다음 수식으로 요약될 수 있다:

$$Y_T(p) = Y'_{LDR}(p)^{E_T(p)} \times Y_s(p) \quad (8a)$$

, 또는, 수식 6을 사용하여:

$$Y_T(p) = Y'_{LDR}(p)^{\alpha_{in} E_{HDR}(p) + (1 - \alpha_{in}) E_{LDR}(p)} \times Y_s(p) \quad (8b)$$

- 여기서 $Y'_{LDR}(p)$ 은 픽셀 p 의 컬러의 낮은 동적 범위 휘도 값, 즉, $Y_{LDR}(p)$, 또는 예를 들어, 동일한 컬러의 저역 통과 필터링된 휘도 값과 동일할 수 있고;

[0061] - 여기서 $Y_s(p)$ 는, 예를 들어, 휘도 확장에 의해 평활화될 수 있는 세부사항들을 향상시키기 위해 및/또는 확장된 이미지의 잡음을 제거하기 위해 W02015/096955에 개시된 바와 같이 적용된 스케일링 함수이다.

[0062] $Y'_{LDR}(p) = Y_{LDR}(p)$ 인 경우, 수식 3과 결합된 상기 수식 8b는 또한 다음과 같이 기입될 수 있다:

[0063]
$$Y_T(p) = Y_{LDR}(p)^{\alpha_{in}E_{HDR}(p)+(1-\alpha_{in})} \times K^{(1-\alpha_{in})} \times Y_s(p) \quad (8c)$$
 , 여기서 $K = \frac{L_{HDR}}{N_{LDR}}$

[0064] 이러한 수식 8c에서, 타겟 확장된 휘도 $Y_T(p)$ 는 HDR 확장 이득 및 LDR 확장 이득의 선형 조합, 및 이에 상수 팩터 $K^{(1-\alpha_{in})}$ 가 곱해진 것에 기초한다.

[0065] 도 1은 $L_{LDR} = 100 \text{ cd/m}^2$ 및 $L_{HDR} = 1000 \text{ cd/m}^2$ 의 경우, 타겟 피크 휘도 $L_T = 100, 250, 500, 750$ 및 1000 cd/m^2 의 상이한 값들에 대한 낮은 동적 범위 휘도 값들 $Y_{LDR}(p) = Y'_{LDR}(p)$ 의 함수에서 타겟 휘도 값들 $Y_T(p)$ 의 변화를 예시한다.

[0066] 제4 단계에서, 이미지의 톤-적응된 버전은 타겟 휘도 값들 Y_T 에 기초하여 그 자체로 공지된 방식으로 구축된다. 예를 들어, 각각의 픽셀의 확장된 휘도 값 Y_T 는 예를 들어 W02015/096955에 설명된 바와 같은 그의 크로매틱 채널들(chromatic channels)과 결합된다. 그 다음, 이미지 프로세싱 디바이스로부터 디스플레이될 타겟 디스플레이로 전송될 수 있는 타겟 범위 이미지가 획득된다. 유리하게는, 획득된 이미지의 톤-적응된 타겟 버전은 타겟 디스플레이의 피크 휘도 값 L_T 에 특히 톤 적응된다.

[0067] 이러한 제1 실시예는, LDR 이미지의 휘도 값들을 입력(예를 들어, 구간 [0-255]의 8 비트에 걸쳐 또는 구간 [0-1023]의 10 비트에 걸쳐 코딩됨)으로서 취하고 확장된 휘도를 제공하는 룩업 테이블을 사용하여 확장이 인코딩될 수 있기 때문에 선호된다. 이것은 상대적으로 적은 양의 데이터이기 때문에, 보간될 이미지들의 내용과 무관하게 이미지의 모든 픽셀을 보간하는 것보다 훨씬 더 효율적이다. 추가적으로, 이하의 제2 실시예의 제2 변형에 비해, 이러한 실시예는 iTM의 이중 적용을 회피한다.

[0068] 제2 실시예:

[0069] 이러한 제2 실시예에서, 이미지 프로세싱 디바이스는 하기 데이터를 수신 및/또는 저장한다고 또한 가정된다:

[0070] - 상기 제1 실시예에서와 같이, 이미지의 각각의 픽셀에 대한 LDR 휘도 값 $Y_{LDR}(p)$ 을 제공하는, 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 을 갖는 LDR 디스플레이 디바이스에 의해 디스플레이되도록 적응된 이미지의 LDR 버전;

[0071] - 이미지의 각각의 픽셀에 대한 HDR 휘도 값 $Y_{HDR}(p)$ 을 제공하는, 높은 피크 휘도 값 L_{HDR} 을 갖는 HDR 디스플레이 디바이스에 의해 디스플레이되도록 적응된 이미지의 HDR 버전;

[0072] - 상기 제1 실시예에서와 같이, 이러한 이미지 프로세싱 디바이스에 연결되는(또는 그에 연결될) 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T .

[0073] 이러한 제2 실시예에서, 이미지의 각각 픽셀 p 에 대해, 다음과 같이 프로세싱할 것이다.

[0074] 제1 단계에서, 동일한 이미지의 LDR 버전을 HDR 버전과 비교하기 위해, LDR 버전의 휘도 값들은 낮은 동적 범위 $[0, L_{LDR}]$ 내에서 선형으로 스케일링되어 스케일링된 LDR 휘도 값들 $Y'_{SC-LDR}(p)$ 가 획득된다. 제1 실시예에서와 같이, LDR 버전의 휘도 값들이 코딩되는 비트들 B_{LDR} 의 수에 독립적이거나 그렇지 않게, LDR 휘도 값들 $Y'_{SC-LDR}(p)$ 를 하기 수식에 따라 구간 $[0, N_{LDR}]$ (예를 들어, 256개의 상이한 값들에 대응함)에 걸쳐 스케일링할 것이다:

[0075]
$$Y'_{SC,LDR}(p) = Y_{LDR}(p) * \frac{L_{LDR}}{N_{LDR}} \quad (9)$$

[0076] 제2 단계에서, 이러한 픽셀 $Y'_T(p)$ 의 타겟 휘도 값은 제1 단계에서 컴퓨팅된 스케일링된 LDR 휘도 값 Y'_{SC-LDR} 및

이러한 픽셀의 HDR 휘도 값 Y_{HDR} 의 가중합으로 컴퓨팅되어,

$$Y'_T(p) = \alpha_{in} Y_{HDR}(p) + (1 - \alpha_{in}) Y'_{SC-LDR}(p) \quad (10)$$

이고, HDR 휘도 값 $Y_{HDR}(p)$ 의 가중치 $0 \leq \alpha_{in} \leq 1$ 은 상기 타겟 디스플레이 디바이스의 타겟 피크 휘도 L_T 와 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 차이에 비례하고, 이러한 차이는 높은 피크 휘도 L_{HDR} 과 낮은 피크 휘도 L_{LDR} 사이의 다른 차이에 의해 스케일링된다. 그 다음, 이러한 가중치 α_{in} 는 바람직하게는 다음과 같이 컴퓨팅된다:

$$\alpha_{in} = \frac{L_T - L_{LDR}}{L_{HDR} - L_{LDR}} \quad (7)$$

제3 단계에서, 타겟 휘도 값 $Y'_T(p)$ 는 예를 들어 W02015/096955에 설명된 바와 같은 이의 크로매틱 채널들과 결합된다.

그 다음, 이미지 프로세싱 디바이스로부터 디스플레이될 타겟 디스플레이로 전송될 수 있는 이미지의 타겟 버전이 획득된다. 유리하게는, 획득된 이미지의 타겟 버전은 타겟 디스플레이의 피크 휘도 값 L_T 에 특히 톤 적응된다.

이러한 제2 실시예는, 보간될 최종 이미지의 각각의 픽셀을 요구하기 때문에, 휘도 확장을 구현하기 위해 룩업 테이블들이 사용되는 경우 제1 실시예보다 계산적으로 덜 효율적이다. 그러나, 출력에서 절대 휘도가 요구되는 애플리케이션들에서는, 제2 실시예가 선호될 수 있다. 예를 들어, $L_T=500 \text{ cd/m}^2$ 인 경우 상기 공식이 주어지면, $Y_{exp,t}$ 의 값들은 0 내지 500의 범위일 것이다.

이러한 제2 실시예의 제1 변형으로서, 제1 단계에서, 스케일링 비는 제1 실시예에서와 같이 $\frac{L_{HDR}}{N_{LDR}}$ 이다. 그 다음, 획득된 스케일링된 LDR 휘도 값들은, LDR 버전의 코딩된 휘도 값들이 구간 $[0, N_{LDR}]$ 에서 분산되기 때문에 HDR 구간 $[0, L_{HDR}]$ 내에 분산된다. 따라서,

$$Y_{SC,LDR}(p) = Y_{LDR}(p) * \frac{L_{HDR}}{N_{LDR}} \quad (2)$$

(제1 변형과 결합될 수 있는) 제2 실시예의 제2 변형으로서, HDR 휘도 값들 $Y_{HDR}(p)$ 은 HDR 확장 지수 $E_{HDR}(p)$ 의 맵으로부터 제1 실시예의 제2 단계에서와 같이 컴퓨팅될 수 있다.

본 발명은 다양한 형태들의 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 특수 목적 프로세서들, 또는 이들의 조합들로 구현될 수 있음을 이해해야 한다.

특정 실시예들 중 일부가 개별적으로 설명되고 청구될 수 있지만, 본 명세서에 설명되고 청구된 실시예들의 다양한 특징이 조합되어 사용될 수 있음이 이해된다.

도면

도면1

