(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월24일
(11) 등록번호 10-1739432
(24) 등록일자 2017년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7031365
(22) 출원일자(국제) 2010년06월29일
심사청구일자 2015년06월24일
(85) 번역문제출일자 2011년12월28일
(65) 공개번호 10-2012-0107429
(43) 공개일자 2012년10월02일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/001863
(87) 국제공개번호 WO 2011/002505
국제공개일자 2011년01월06일
(30) 우선권주장
61/269,760 2009년06월29일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006345509 A*
KR1020060012278 A*
Grzegorz Krawczyk, wt al., "Computational model of lightness perception in high dynamic range imaging", Proc. SPIE 6057, Human Vision and Electronic Imaging XI, 605708(2006.02.03.)*
JP2006215756 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
톰슨 라이센싱
프랑스 92130 이씨레뮬리노 루 잔다르크 1-5
(72) 발명자
자이, 지에푸
미국, 뉴저지 08540, 프린스턴, 마튼 로드 401
야크, 호안
미국, 뉴저지 08540, 프린스턴, 캐슬턴 로드 101
(74) 대리인
문경진, 김학수

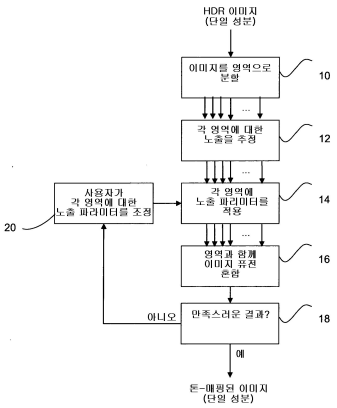
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 김광식

(54) 발명의 명칭 **구역 기반의 톤 매핑**

(57) 요 약

본 발명은 낮은 동적 범위의 디스플레이 상에 디스플레이를 위한 높은 동적 범위 이미지를 톤 매핑(tone mapping)하는 방법에 관한 것이고, 높은 동적 범위의 이미지가 먼저 액세스된다. 높은 동적 범위의 이미지는 상이한 영역으로 분할되어, 각 영역은 매트릭스로 나타나게 되고, 매트릭스의 각 영역은 픽셀의 가중치 또는 확률이 된다. 각 영역의 노출은 결정되거나 계산되고, 노출 값은 가중치 또는 확률에 응답하여 영역에 적용된다. 그런 후에, 상이한 영역은 최종 톤 매핑된 이미지를 획득하기 위해 함께 퓨징된다(fused).

대 표 도 - 도2



명 세 서

청구범위

청구항 1

입력 이미지 데이터 포맷의 동적 범위보다 낮은 동적 범위를 위해 설계된 디스플레이 상에서 입력 이미지를 디스플레이하기 위해, 입력 이미지를 톤 매핑하는 방법으로서,

상기 입력 이미지에 액세스하는 단계;

상기 입력 이미지를 복수의 영역으로 분할하는 단계로서, 각 영역은 상기 입력 이미지의 픽셀에 해당하는 요소를 갖는 매트릭스로 나타나며, 매트릭스의 각 요소는 상기 요소에 해당하는 픽셀이 상기 영역에 속하는 가중치 또는 확률인, 상기 입력 이미지를 복수의 영역으로 분할하는 단계;

각 영역 내의 픽셀 값의 크기 조정(scaling)을 지정하는 노출 파라미터를 결정 또는 계산하는 단계;

각 영역 내의 픽셀 값을 그 영역에 대한 상기 노출 파라미터에 따라 크기 조정하는 단계;

최종 톤 매핑된 이미지를 획득하기 위해 상기 복수의 영역을 함께 퓨징(fusing)하는 단계; 및

사용자가 상기 노출 파라미터를 조정하기 위한 사용자 인터페이스를 제공하는 단계를

포함하는, 입력 이미지를 톤 매핑하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 입력 이미지를 복수의 영역으로 분할하는 단계는, 상기 입력 이미지를 상기 입력 이미지의 픽셀의 휘도에 따라 복수의 영역으로 분할하는 것을 포함하는, 입력 이미지를 톤 매핑하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 일련의 이산적인 픽셀 값을 앵커 값으로 구축하는 단계를 더 포함하고, 상기 복수의 영역의 각 영역은 앵커 값 중 하나에 대응하는, 입력 이미지를 톤 매핑하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 입력 이미지를 분할하는 단계, 노출 파라미터를 결정 또는 계산하는 단계, 픽셀 값을 크기 조정하는 단계, 복수의 영역을 퓨징하는 단계 및 사용자 인터페이스를 제공하는 단계는 상기 입력 이미지의 휘도 채널에 기초하여 수행되고, 상기 픽셀 값을 크기 조정하는 단계 및 복수의 영역을 퓨징하는 단계는 상기 입력 이미지의 모든 컬러 채널에 적용되는, 입력 이미지를 톤 매핑하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 입력 이미지를 분할하는 단계, 노출 파라미터를 결정 또는 계산하는 단계, 픽셀 값을 크기 조정하는 단계, 복수의 영역을 퓨징하는 단계 및 사용자 인터페이스를 제공하는 단계는 상기 입력 이미지의 각 컬러 채널에 기초하여 수행되는, 입력 이미지를 톤 매핑하는 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2009년 6월 29일에 출원된, 미국 가특허출원 제61/269,760호에 대한 우선권을 주장하고, 상기 출원은 그 전체가 본 명세서에 참조로 통합된다.

[0002] 본 발명은 낮은 동적 범위(LDR) 디스플레이 상에서 높은 동적 범위(HDR) 콘텐츠의 톤(tone) 재생에 관한 것이고, 이는 또한, 톤(tone) 매핑 문제로 알려진다. 특히, 적어도 하나의 실시예는 (1) HDR 데이터로부터, HDR 장면에 대한 사람의 지각에 부합하는 디스플레이 가능한 LDR 이미지를 자동으로 생성하고, (2) 수동 조정을 위한 사용자-친화적인 제어를 제공하는 방법을 포함한다.

배 경 기 술

[0003] 톤 매핑 문제는 낮은 동적 범위(LDR) 디스플레이 상에 높은 동적 범위(HDR) 콘텐츠의 톤 재생에 관계가 있다. 대다수의 응용에서, 톤 매핑 처리는 주로 2개의 요건: 이미지 세목, 예를 들어 국부적인 콘트라스트(contrast)를 유지하는 것과, 상대적인 밝기의 외관을 유지하는 것을 충족시켜야 한다. 톤 매핑에 대해 현재 알려진 작업은 제 1 요건에 초점을 맞추고, 아티스트의 견지(perspective)로부터 가장 중요한 제 2 요건은 그저 방치한다. 게다가, 현재 이용가능한 톤 매핑 알고리즘은 화상의 상이한 부분의 톤을 조작하는 것을 허용하지 않고, 따라서, 종종 원래의 HDR 콘텐츠의 감각에 부합하는데 실패한다.

[0004] 높은 동적 범위(HDR)는 최근에 디지털 이미지화를 위한 대안적인 포맷으로 관심을 받았다. 전통적인 낮은 동적 범위(LDR) 이미지 포맷은 ITU-R 권고 BT 709(a.k.a.Rec. 709)을 준수하는 디스플레이를 위해 설계되었고, 여기서 동적 범위의 크기의 오직 수백배만이 달성될 수 있다. 하지만, 실제의 장면은 주간에 약 수백억배만큼 더 큰 동적 범위를 갖고, 사람의 시각 시스템(HVS: human visual system)은 동시에 수십만배를 지각할 수 있다.

[0005] HDR 포맷에서 이용가능한 시각적 콘텐츠의 양이 증가하고 있다: 디지털 센서 및 영화 필름에서 최근의 진보는 콘텐츠 생성자가 매우 높은 동적 범위로 이미지를 캡처하는 것을 허용하고, 컴퓨터로 생성된 그래픽(예를 들어, 애니메이션 영화, 시각적 효과 및 게임)은 가상적으로 무제한의 동적 범위로 시각적 콘텐츠를 생성하는 것을 허용한다. 하지만, HDR 디스플레이는 아직 주류 디바이스가 아니다; 수개의 HDR 디바이스가 프로토타입(prototype) 및 최상품의 HDTV에서 이미 이용가능하지만, 이러한 디스플레이의 개수는 널리 사용되는 LDR 디스플레이에 비해 여전히 매우 적다.

[0006] LDR 디스플레이 디바이스 상에 HDR 이미지를 디스플레이하기 위해, 톤 매핑 방법은, 광휘(radiance)로 이용가능

한 HDR 이미지를 8비트의 RGB 인덱스 번호에 매핑하기 위해 사용된다. 톤 매핑 처리는 명백하지 않은데, 이는 톤 매핑된 LDR 이미지가 HVS로 하여금 원래의 HDR 이미지에 충분히 근접하다고 믿게 하도록, HVS에서 발생하는 처리를 시뮬레이팅해야 하기 때문이다. 이 처리는 톤 매핑 알고리즘이 국부적인 콘트라스트와 지각적 밝기 모두를 유지하는 것을 필요로 한다.

[0007] 최근에, HDR 이미지의 톤 매핑은 컴퓨터 그래픽뿐만 아니라 이미지/비디오 처리 커뮤니티에서 연구되었다. 대략적으로, 톤 매핑 방법은 2개의 주요 카테고리: 전역적인 톤 매핑과 국부적인 톤 매핑으로 분류될 수 있다.

[0008] 전역적인 톤 매핑은 이미지 강도에 광휘를 매핑하기 위해 전역 곡선을 사용한다. 전역적인 톤 매핑이 낮은 복잡성과 쉬운 수동 제어와 같은 장점을 갖지만, 매우 높은 동적 범위일 때, 세목의 모두를 유지할 수 없다. 그러므로, 전역적인 톤 매핑은 매우 높은 품질의 출력(후-제작과 같은)을 요구하는 응용에 적합하지 않다.

[0009] 다른 한편으로, 국부적인 톤 매핑 방법은 국부적인 이미지 특징에 따라 각 개별적인 픽셀을 압축함으로써 더 높은 품질의 결과를 제공한다. 특히, 이들 방법은 HVS에서 발생하는 시각적 적응의 시뮬레이팅을 시도하지만, 실제로 대다수의 방법은 명백히 HVS의 거동을 명백하게 흉내 내지 못한다. 대신, 이들 방법은 HVS에 대해 단순한 가정을 하고, 그런 후에 이들 가정을 사용하여 이미지의 동적 범위의 압축을 시도하여, 시각적으로 양호한 외관의 결과를 얻게 된다. 국부적인 톤 매핑 방법의 면밀한 미세-동조(fine-tuning)를 통해, HDR 이미지의 상대적으로 넓은 영역에 대해 납득이 가는 결과를 생성하는 것이 가능하지만, 여전히 시각적 적응의 이해는 여전히 완벽함과는 거리가 멀다. 그러므로, 사람의 눈처럼 거동하는 어떠한 알고리즘도 존재하지 않는다. 게다가, 이들 방법은 톤 매핑 처리의 양호한 수동 제어를 제공하지 못하고, 전형적으로 톤 보정 처리에 수반되는 창조력을 엄격히 제한한다.

[0010] 톤 매핑은 이미지 처리 연구가뿐만 아니라 화가, 그리고 필름 포토그래퍼에 의해 연구되었다. 이들은 높은 동적 범위의 장면을 나타내기 위한 제한된 동적 범위 매체(즉, 화가에 대해 캔버스, 포토그래퍼에 대해 프린트지)를 사용하는데 동일한 문제에 직면한다. 도 1을 참조하면, 여기에서, Ansel Adams 및 Fred Archer에 의해 공식화된 사진 기법인 "구역(zone) 시스템(100)"을 리뷰한다. 구역 시스템은 0 내지 10의 숫자를 상이한 지각적 밝기에 할당하는데, 여기서 0은 검은색, 5는 중간 회색, 그리고 10은 순수한 백색을 나타낸다. 이들 값은 구역으로 알려진다. 구역 시스템의 이론에서, 포토그래퍼는 먼저 장면에서 주요 요소를 식별하고, 이들 요소를 원하는 구역상에 위치시킨다.

[0011] 이러한 처리는 광휘의 측정보다 장면의 지각에 의존한다. 그런 후에, 조명 측정기(light meter)는 장면에서 각 주요 요소에 대한 광휘를 측정하는데 사용된다. 촬영 당 단일 노출 값만이 존재할 수 있기에, 가장 중요한 요소가 원하는 구역에 매핑되도록 노출 값이 선택된다. 그 결과로서, 다른(또한 중요한) 요소는 "잘못된" 구역에 매핑되어, 너무 어둡거나 너무 밝게 될 수 있다. 그 후, 프린팅 처리에서, 이러한 문제는 프린팅 기법인 "닷지(dodge) 및 번(burn)" 동작을 적용함으로써 교정되는데, 여기서 현상 동안 프린트의 일 부분으로부터 일부 광이 억제되거나(닷지), 이 영역에 더 많은 광이 부가된다(번). 그러므로, 원하는 구역에 비해 더 낮은 구역에 매핑되는 주요 요소는 화상의 나머지(rest) 부분 보다 더 길게 광에 노출된다. 유사하게, 원하는 구역보다 더 높은 구역에 매핑되는 주요 요소는 덜 노출된다. 이러한 국부적인 처리는 화상의 주요 요소가 최종 출력에서 원하는 구역에 매핑되는 것을 보장한다. 즉, 이들 주요 요소의 지각적 밝기는 이 주요 요소가 실제 어떻게 보이는지에 부합된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 이러한 접근법은 디지털 이미지에 사용될 수 있지만, 자동 모드에서 양호한 성능을 갖고, 동시에 사용자-보조 모드에서 직관적인 제어를 제공하는 어떠한 방법도 존재하지 않는다.

과제의 해결 수단

[0013] 낮은 동적 범위의 디스플레이 상에서 디스플레이를 위한 높은 동적 범위 이미지를 톤 매핑하는 방법이 제공되는데, 먼저 높은 동적 범위 이미지가 액세스된다. 그런 후에, 높은 동적 범위 이미지는 상이한 영역으로 분할되어, 각 영역은 매트릭스로 나타나게 되는데, 여기서 매트릭스의 각 요소는 픽셀의 가중치 또는 확률이다. 각 영역의 노출이 결정되거나 계산되고, 노출 값은 가중치 또는 확률에 응답하여 영역에 적용된다. 그런 후에, 상이한 영역이 최종 톤 매핑된 이미지를 얻기 위해 함께 퓨징(fusing)된다. 방법은 높은 동적 범위 이미지에 대해, 또는 최종 톤 매핑된 이미지에 대해 상이한 지각적 밝기를 식별하거나 구축하는 단계를 더 포함할 수 있다.

게다가, 방법은 휘도(luminance) 데이터에 응답하는 영역을 결정하는 단계, 각각이 영역 중 하나를 구축하는 앵커(anchor) 값을 구축하는 단계 중 임의의 단계를 포함할 수 있고, 톤 매핑은 개별적인 컬러 채널을 기초로 수행된다. 톤 매핑은 휘도 채널을 기초로 수행되고, 후에, 후-처리를 통해 컬러 채널에 적용될 수 있으며, 톤 매핑은 각 컬러 채널을 기초로 수행될 수 있다.

[0014] 첨부 도면을 참조하여, 이제부터 본 발명은 예시의 목적으로 서술될 것이다.

발명의 효과

[0015] 본 발명은 자동 모드에서 양호한 성능을 갖고, 동시에 사용자-보조 모드에서 사용자 친화적인 제어를 제공하는 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 알려진 구역 시스템 크기(scale)의 도면.

도 2는 본 발명에 따른 구역 기반의 톤 매핑 방법의 흐름도.

도 3은 컬러 HDR 이미지에 대한 도 2의 방법의 응용의 흐름도.

도 4는 컬러 HDR 이미지에 대한 도 2의 방법의 다른 응용의 흐름도.

도 5는 도 2의 방법을 사용한 LDR 이미지의 톤 보정을 도시하는 흐름도.

도 6은 하나의 이미지가 본 발명의 방법에 따라 향상되는 샘플 이미지의 쌍을 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 전형적인 수동 톤 매핑에 대한 필름 사진술에서 개발된 "구역 시스템"의 개념과 유사하게, 방법은 일반적으로 4개의 단계:

[0018] a. 화상에서 주요 요소를 식별하는 단계,

[0019] b. 각 주요 요소를 구역에 각각 매핑하는 단계,

[0020] c. 각 주요 요소에 대한 광휘를 측정하는 단계,

[0021] d. 전역적인 노출 값을 결정하는 단계, 및

[0022] e. 각 주요 요소가 최종 프린트에서 올바른 구역 내에 있게 하도록 프린팅 처리에서 닷지 및 번 단계

[0023] 로 서술될 수 있다.

[0024] 방법을 더 상세히 서술하기 위해, 먼저 톤 매핑 문제의 입력 및 출력을 한정할 수 있다. 먼저, 입력은 알려진 원색을 갖는 알려진 컬러 공간에서 장면의 광휘라는 것을 가정한다. HDR 데이터가 교정되지 않을 때의 경우, 광휘 데이터는 절대적인 광휘이거나 선형적으로 크기 조정된(scaled) 광휘일 수 있다. 출력은 톤 매핑된 이미지이다,

[0025] 휘도 이미지는 HDR 데이터로부터 계산될 수 있다. HDR 데이터가 XYZ 컬러 공간 내에 있다면, Y 성분은 휘도 이미지로 사용될 수 있다. HDR 데이터가 Rec. 709와 동일한 원색을 사용한다면, RGB 컬러 공간으로부터의 변환은 다음:

[0026] $$L(i,j)=0.2126*R(i,j)+0.7152*G(i,j)+0.0722*B(i,j)$$

[0027] 과 같이 행해질 수 있다.

[0028] RGB(또는 다른 컬러 공간)와 휘도 이미지 사이의 다른 변환은 입력 화상의 포맷에 따라 사용될 수 있다.

[0029] 그 다음, 톤 매핑의 가장 간단한 형태: 단일 노출을 한정한다. 일반성을 잃지 않고, HDR 데이터는 휘도 이미지일 수 있는 하나의 컬러 채널만을 갖는다는 것을 가정한다. 선형 크기 조정을 통해, "앵커점"이 규정된다. 픽셀은, 이러한 픽셀의 휘도가 앵커점을 초과한다면, 포화되고(saturated), 1로 매핑될 것이며, 그렇지 않다면 픽셀은 0 내지 1의 값으로 매핑될 것이다. 그러므로, 단일 노출의 선형 크기 조정은:

[0030] $$I(i,j)=S\left(\frac{L(i,j)}{A}\right)$$

[0031] 으로 한정될 수 있는데, 여기서 A는 앵커점이고, S(x)는

[0032] $$S(x)=\begin{cases}1 & x>1\\ x^{1/\rho} & \text{그밖에}\end{cases}$$

[0033] 로 한정될 수 있으며, 여기서 ρ는 전형적으로 영역[2.2, 2.4] 내에서 값을 취하며, (톤 매핑된 이미지가 나타나는) 출력 디바이스의 감마를 나타낸다.

[0034] 결과 이미지 I는 양자화될 수 있고, 종래의 LDR 디스플레이 상에 디스플레이될 수 있다. S(x)의 다른 한정이 가능할 수 있다는 것을 주목하라: 예를 들어, 검정력 함수(power function) 대신에, S-성형 곡선이 사용될 수 있다. 일반적으로, 임의의 전역적인 매핑 곡선은 S에 대해 사용될 수 있다.

[0035] 그런 후에, 구역 시스템은 디지털 톤 매핑에 적용된다. 도 2에 도시된 것처럼, 주요 단계는 다음과 같다. 입력의 높은 동적 범위(HDR) 이미지는 먼저, 단계(10)에서 상이한 영역으로 분할된다. 이는 분명한(hard) 분할 또는 분명치 않은(fuzzy) 분할일 수 있다. 어떠한 경우에서도, 각 영역은 매트릭스로 표현될 수 있는데, 여기서 매트릭스의 각 요소는 픽셀의 확률(가중치)이다. 분명한 분할이 사용된다면, 이미지 픽셀은 단일 영역에 속하게 되므로, 확률은 0 또는 1이다. 분명치 않은 분할이 사용된다면, 각 픽셀은 수개(심지어 전체) 영역 상에 분산될 수 있으므로, 확률은 0 내지 1의 임의의 값을 가질 수 있다.

[0036] 그런 후에, 단계(12)에서, 알고리즘은 각 영역이 어떤 구역에 매핑될 지를 결정한다. 이는 각 영역에 대한 노출을 본질적으로 추정한다. 영역과 구역 사이의 매핑은 또한, 적합한 사용자 인터페이스를 제공함으로써 사용자와의 상호작용을 통해 행해질 수 있다.

[0037] 그 다음에, 단계(14)에서, 각 영역은 영역의 노출 파라미터를 통해 노출된다.

[0038] 그 후, 단계(10)에서 획득된 가중치를 사용하여, 단계(16)에서 상이한 영역(각각이 영역의 노출 값을 통해 노출되는)을 함께 퓨징(fusing) 함으로써, 최종 톤 매핑된 이미지를 생성하는 퓨전(fusion) 또는 혼합 처리가 사용된다.

[0039] 선택적으로, 단계(18 및 20)에서, 사용자는 톤 매핑된 이미지의 외관을 검사할 수 있고, 하나 이상의 영역의 노출 값을 변경할 수 있으며, 그런 후에 결과가 만족스러울 때까지, 단계에서 파라미터를 변경하기 위해 적합한 사용자 인터페이스를 통해, 단계(14 내지 18)를 반복할 수 있다.

[0040] 비디오 톤 매핑에 대해, 장면에서 하나의 주요 프레임에 대한 처리가 수행될 수 있고, 장면의 모든 프레임에 동일한 파라미터가 적용될 수 있다.

[0041] 주요 단계 각각에 대한 실시예는 이제부터 더 상세히 서술된다.

[0042] <u>단계(10)에서 이미지의 분할</u>

[0043] 분할의 목적은 이미지를 영역으로 나누어서, 각 영역이 동일한 구역에 매핑되야 하는 객체를 포함하게 하는 것이다. 즉, 각 영역은 단일 노출을 필요로 해야 한다. 분할은 다양한 이미지 처리 기법을 사용하는 다양한 방식으로 행해질 수 있다. 여기서, 간단하지만 효율적인 접근법이 서술된다. 먼저, 휘도 이미지는 HDR 광휘 데이터로부터 계산된다. 분할은 오직 휘도 이미지상에서 수행된다. 이미지의 평균, 최대 및 최소 휘도는 다음:

[0044] $$L_{avg}=e^{\frac{1}{N}\sum_{i,j}\ln(L(i,j))}$$

[0045] $$L_{\max}=\max_{R_{\max}}(L)$$

[0046] $$L_{\min}=\min_{R_{\min}}(L)$$

[0047] 으로 계산되는데, 여기서 R_{min} 및 R_{max}는 2개의 사전 한정된 백분율이고, $max_{R(X)}$는 X에서 값의 R% 이상 중 X의 가장 작은 값이고, $min_{R(X)}$는 X의 값의 R% 이하 중 X의 가장 큰 값이다.

[0048] 위에서 논의된 바와 같이, 각 영역 내에서, 픽셀은 동일한 노출을 가져야 한다. 일련의 앵커점 A_i(i=1..N)은 각 A_i가 영역을 한정하고, 또한, 단일 노출 이미지를 생성하는데 사용되도록 한정된다.

[0049] 이러한 실시예에서, 앵커점은:

[0050] $$A_1=L_{avg}/E \qquad A_{n+1}=4\cdot A_n(n=2\ldots N-1)$$

[0051] 로 선택되는데, 상기 수학식에서 E는 상수이고, 예를 들어, 8의 값을 취할 수 있다. 상기 수학식에서 영역의 개수(N)는:

[0052] $$N=\left\lceil \left(\log_2\left(\max\left(\frac{L_{\max}\cdot E}{L_{avg}},1\right)\right)+1\right)/2 \right\rceil_{+1}$$

[0053] 와 같이 계산될 수 있고, 이는 휘도 영역 모두를 커버할 수 있다.

[0054] 2개의 이웃하는 앵커점 사이의 거리는 사진술에 대해 2개의 "스톱(stop)"이라는 것을 관찰하는 것은 쉽다.

[0055] 일단 각 영역의 앵커점이 알려진다면, 각 픽셀의 가중치는 각 영역에 대해 계산된다. 일반적으로, 각 영역{대응하는 앵커점(A_i)에 의해 한정되는}에 대해, 단일 노출 이미지에서 가장 가까운 픽셀의 값은 0.5이고, 이 영역{대응하는 앵커점(A_i)에 의해 한정되는}에 대한 이 픽셀의 가중치는 커진다.

[0056] 따라서, 영역 n{앵커점(A_n)에 의해 한정되는}에 대한 위치(i,j)에서 픽셀의 가중치는:

[0057] $$W_n(i,j)=Ce^{-\frac{\left(S\left(\frac{L(i,j)}{2A_n}\right)-0.5\right)^2}{\sigma^2}}$$

[0058] 로 계산될 수 있는데, 여기서 C는 정규화 계수이고, C는:

[0059] $$C=\frac{1}{\sum_n e^{-\frac{\left(S\left(\frac{L(i,j)}{2A_n}\right)-0.5\right)^2}{\sigma^2}}}$$

[0060] 로 한정될 수 있다.

[0061] 상기 계산된 가중치는 영역[0, 1]에서 값을 취하고, 그러므로 휘도 이미지의 N개의 영역으로의 분명치 않은 분할을 한정한다. 이는 N개의 영역 중 일부가 큰 가중치를 가질 수 있더라도, 각 영역은 이미지에서 모든 픽셀을 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0062] 다른 구현에서, 가중치는 이진화되어(즉, 가중치를 0 또는 1로 만든다), 분명한 분할이 초래한다:

$$p=\underset{n}{ArgMax}(W_n(i,j)) \qquad n=1,2,\ldots,N$$

[0063]

[0064] $$W_p(i,j)=1 \qquad W_q(i,j)=0 \quad (q\neq p)$$

[0065] 앵커점(A_n)뿐만 아니라 가중치(W_n)는 일단 분할이 행해지면 고정된다는 것을 주목하라. 다음의 섹션에서, 각 영역에 대한 노출은 가중치가 변경되지 않은 상태로 유지되는 동안 조정될 수 있다는 것이 관찰된다.

[0066] 단계(12)에서 노출의 추정

[0067] 일단 각 영역이 분할되면, 각 영역은 구역에 매핑된다. 즉, 앵커점은 각 영역에 대해 한정되어, 단일 노출 이후, 각 영역은 적합하게 노출될 수 있게 된다.

[0068] 각 영역이 어떤 구역에 매핑 되어야하는지를 결정하는 것은 매우 주관적인 임무인데, 이는 이 임무가 HVS가 시각적 적응을 어떻게 완료하는지에 의존하기 때문이다. 종래의 구역 시스템에서, 구역에 주요 요소를 매핑하는 것은 포토그래퍼에 의해 시각적으로 결정된다.

[0069] 각 영역의 노출을 추정하기 위해 다수의 상이한 알고리즘이 사용될 수 있다.간단한 구현에서, 모든 영역은 중간 회색에 매핑되고, 그런 후에 사용자는 상호작용으로 앵커점을 변경할 수 있다. 이는 추정된 노출이 영역을 한정하는데 사용되는 앵커점 값과 동일한 앵커점의 값이라는 것을 의미하고:

[0070] $$A'_n=2^{\lambda_n}A_n \qquad n=1,2,\ldots,N$$

[0071] 여기서, λ_n는 사용자에 의해 변경될 수 있는 변수이다.

[0072] λ_n에 대한 기본 값은 0이지만, 방법은 원하는 외관에 도달하기 위해, 이 기본 값을 수동으로 수정하는 것을 허용한다.

[0073] 단계(14)에서 노출 파라미터를 적용하는 것

[0074] 일단 사용자가 HDR 이미지의 분할과, 각 영역에 대한 앵커점을 갖는다면, 대응하는 LDR 이미지는 상기 추정된 노출을 이용하여 HDR 데이터로부터 생성될 수 있다:

[0075] $$I_n=S\left(\frac{L}{A'_n}\right).$$

[0076] 단계(16)에서 이미지 퓨전 및 개선

[0077] 이 단계의 목표는 영역(각각이 노출 파라미터를 통해 노출되는) 모두를 함께 혼합하는 것이다. 수개의 퓨전 방법이 가능할 수 있고, 일부가 아래에 서술된다.

[0078] 이미지 퓨전 - 제 1 실시예

[0079] $$T=\sum_n W_n I_n$$

[0080] 로 톤 매핑 결과(T)를 생성하기 위해 LDR 이미지의 가중된 평균을 계산하라.

[0081] 이는 낮은 복잡성의 방법이다. 불행히도, 이 방법은 이미지 가중치에 매우 민감하여, 대부분의 구현에서 시각적 아티팩트를 초래한다.

[0082] 이미지 퓨전 - 대안적인 실시예

[0083] 더 세련된 퓨전 처리는 이들 LDR 이미지를 결합하는 것이다. 다른 이미지 퓨전 방법은 피라미드를 사용하는 다중-해상도 접근법을 따른다. 이 방법은 더 복잡성을 갖지만, 가중치(즉, 영역으로의 영역의 분할)에 대해 상당히 강력하여, 영역 사이에 거의 이음매 없는 변화를 초래한다.

[0084] 컬러 HDR 이미지의 톤 매핑

[0085] 도 3은 제안된 구역-기반의 톤 매핑 접근법(300)이 컬러 HDR 이미지를 톤 매핑하기 위해 어떻게 사용될 수 있는지를 도시한다. 먼저, 컬러 HDR 이미지가 RGB 컬러 공간 내에 있다고 가정되면, 휘도 이미지는 위에 제공된 수학식을 사용하여 계산된다. 그런 후에, 휘도 이미지는 서술된 방법의 프레임워크에 따라 처리된다. 마지막으로, 컬러 처리 단계는 휘도 이미지의 톤 매핑을 각 컬러 성분에 적용한다. 특정 구현에서, 컬러 처리 단계는 각 컬러 성분의 각 픽셀을 동일한 양으로 크기 조정하는데, 여기서 휘도 이미지의 대응하는 픽셀이 크기 조정되고, 그런 후에 감마 보정 및 양자화를 수행한다. 이러한 처리는 다음의 수학식:

[0086]
$$\begin{cases} R'=Q\left(\left(R\cdot\dfrac{(L')^{\gamma}}{L}\right)^{\frac{1}{\gamma}}\right) \\ G'=Q\left(\left(G\cdot\dfrac{(L')^{\gamma}}{L}\right)^{\frac{1}{\gamma}}\right) \\ B'=Q\left(\left(B\cdot\dfrac{(L')^{\gamma}}{L}\right)^{\frac{1}{\gamma}}\right) \end{cases}$$

[0087] 으로 요약되는데, 여기서 Q(.)는 양자화 함수를 나타내고, 여기서 γ는 출력 디바이스의 감마이다.

[0088] 컬러 LDR 이미지의 톤 보정은 위에 서술된 구역 기반의 톤 매핑 방법을 사용하여 달성될 수 있다. 이들 방법은 LDR 이미지를 자동으로 또는 수동으로 보정하기 위해 적용될 수 있다. 도 5의 처리 흐름(500)으로 도시된 바와 같이, HDR 이미지의 처리에 비교되는 추가적인 단계는 LDR로부터 HDR로의 변환이고, 이는 역 양자화 및 역 감마 변환을 이용하여 행해질 수 있다:

[0089]
$$\begin{cases} R=(Q^{-1}(R'))^{\gamma} \\ G=(Q^{-1}(G'))^{\gamma} \\ B=(Q^{-1}(B'))^{\gamma} \end{cases}.$$

[0090] 이러한 단계에 대한 일부 변형이 가능할 수 있다. 예를 들어, 톤 매핑은 도 4에 최선으로 도시된 바와 같이, 휘도 이미지를 사용하는 것 대신, 각 컬러 성분에 대해 독립적으로 수행될 수 있다{예를 들어, 적색 매핑 흐름(401), 녹색 매핑 흐름(402) 및 청색 매핑 흐름(403)}. 또한, 톤 매핑은 휘도 이미지를 사용하는 것 대신에, 컬러 성분에 대해 수행될 수 있다.

[0091] 또 다른 변형에서, 단일 성분(예를 들어, 컬러 성분 또는 휘도 이미지 중 하나)은 일부 단계에서 사용될 수 있고, 컬러 성분은 다른 단계에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 휘도는 단계(10 내지 12)에 대해 사용될 수 있고, 컬러 성분은 단계(14 내지 16)에 대해 사용될 수 있다.

[0092] 본 명세서에서 서술된 구역 기반의 톤 매핑 방법은 특히 HDR 이미지에서 LDR 이미지로의 변환에서 이미지의 개선된 디스플레이를 초래한다. 이들 결과의 예시는 도 6에 도시되고, 여기서 우측 이미지(601)는 위에 서술된 방법에 따라 처리되고, 좌측 이미지(602)는 위에 서술된 방법으로 처리되지 않았다. 여기서, 향상된 색조 변형은 이미지의 하늘 및 땅 부분에서 관찰될 수 있다.

[0093] 이제부터, 특정 특징 및 양상을 갖는 하나 이상의 구현을 갖는 대안적인 실시예가 서술된다, 하지만, 서술된 구

현의 특징 및 양상 또한 다른 구현에 대해 적응될 수 있다.

[0094] 예를 들어, 이들 구현 및 특징은 비디오의 코딩 및/또는 다른 타입의 데이터의 코딩의 배경으로 사용될 수 있다. 게다가, 이들 구현 및 특징은 H.264/MPEG-4 AVC(AVC) 표준, MVC 확장을 갖는 AVC 표준, SVC 확장을 갖는 AVC 표준, 3DV 표준 및/또는 다른 표준(기존의 또는 미래의)의 배경으로, 또는 표준을 수반하지 않는 배경으로 사용될 수 있다,

[0095] 게다가, 구현은 SEI 메세지, 슬라이스 헤더, 다른 높은 레벨의 구문, 높지 않은 레벨의 구문, 대역 외 정보, 데이터스트림 데이터 및 암묵적 신호 발신을 포함하지만, 이에 제한되지 않는 다양한 기법을 사용하여 정보를 신호 발신할 수 있다. 따라서, 본 명세서에 서술된 구현이 특정 배경으로 서술될 수 있지만, 이러한 서술은 이러한 구현 또는 배경에 대한 특징 및 개념을 한정하는 것으로 취해지지 않아야 한다.

[0096] 명세서에서 본 발명의 원리의 "하나의 실시예" 또는 "일 실시예" 또는 "하나의 구현" 또는 "일 구현" 뿐만 아니라 이들의 다른 변형에 대한 언급은 실시예와 연관되어 서술된 특정 특징, 구조, 특성 등이 본 발명의 원리의 적어도 하나의 실시예에 포함된다는 것을 의미한다. 따라서, 명세서 전체에 걸쳐서 다양한 부분에 기재된 "하나의 실시예에서" 또는 "일 실시예에서" 또는 "하나의 구현에서" 또는 "일 구현에서"라는 구문, 및 임의의 다른 변형의 출현은 모두 동일한 실시예를 참조해야 하는 것은 아니다.

[0097] 본 명세서에 서술된 구현은 예를 들어, 방법 또는 처리, 장치, 소프트웨어 프로그램, 데이터 스트림 또는 신호로 구현될 수 있다. 구현이 단일 형태의 구현(예를 들어, 오직 방법만으로 논의된)의 배경으로만 논의되었지만, 논의된 특징의 구현은 또한, 다른 형태(예를 들어, 장치 또는 프로그램)로 구현될 수 있다. 예를 들어, 장치는 적합한 하드웨어, 소프트웨어 및 펌웨어로 구현될 수 있다. 방법은 예를 들어, 일반적으로 처리 디바이스로 언급되는 처리기와 같은 장치로 구현될 수 있는데, 이 처리 디바이스는 컴퓨터, 마이크로 처리기, 집적 회로 또는 프로그램 가능 논리 디바이스를 포함한다. 또한, 처리기는 예를 들어, 컴퓨터, 셀 폰, 휴대용/개인용 디지털 장비("PDA")와 같은 통신 디바이스, 및 최종 사용자 사이의 정보의 통신을 용이하게 하는 다른 디바이스를 포함한다.

[0098] 본 명세서에서 서술된 다양한 처리 및 특징의 구현은 상이한 장비 또는 애플리케이션, 특히, 예를 들어, 데이터 인코딩 및 디코딩에 관련된 장비 또는 애플리케이션으로 구현될 수 있다. 이러한 장비의 예시는 인코더, 디코더, 디코더로부터 출력을 처리하는 후-처리기, 인코더에 입력을 제공하는 전-처리기, 비디오 코더, 비디오 디코더, 비디오 코덱, 웹 서버, 셋-톱 박스, 랩톱, 개인용 컴퓨터, 셀 폰, PDA, 및 다른 통신 디바이스를 포함한다. 명백한 바와 같이, 장비는 모바일일 수 있고, 심지어 모바일 수단에 탑재될 수 있다.

[0099] 게다가, 방법은 처리기에 의해 수행되는 지령에 의해 구현될 수 있고, 이러한 지령(및/또는 구현에 의해 생성되는 데이터 값)은 예를 들어, 집적 회로, 소프트웨어 캐리어 또는, 예를 들어, 하드 디스크, 콤팩트 디스켓, 랜덤 액세스 메모리("RAM") 또는 읽기 전용 메모리("ROM")와 같은 다른 저장 디바이스와 같은 처리기 판독가능 매체 상에 저장될 수 있다. 지령은 처리기 판독가능 매체 상에 명백히 구현되는 애플리케이션 프로그램을 형성할 수 있다. 지령은 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합일 수 있다. 지령은 예를 들어, 운영체제, 별도의 애플리케이션 또는 이들 2개의 조합 내에서 발견될 수 있다. 그러므로, 처리기는 처리를 수행하도록 구성되는 디바이스와, 처리를 수행하는 지령을 갖는 처리기 판독 가능 매체(저장 디바이스와 같은)를 포함하는 디바이스 모두로서 특징 지워질 수 있다. 게다가, 처리기 판독 가능 매체는 지령에 덧붙여, 또는 지령 대신에 구현에 의해 생성된 데이터 값을 저장할 수 있다.

[0100] 당업자에게 자명한 바와 같이, 구현은 예를 들어 저장되거나 송신될 수 있는 정보를 전달하도록 포맷된 다양한 신호를 생성할 수 있다. 정보는 예를 들어, 방법을 수행하는 지령, 서술된 구현 중 하나에 의해 생성된 데이터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 신호는 서술된 실시예의 구문을 쓰거나 판독하기 위한 규칙을 데이터로서 전달하도록, 또는 서술된 실시예에 의해 기록된 실제 구문-값을 데이터로서 전달하도록 포맷될 수 있다. 이러한 신호는 예를 들어, 전자파(예를 들어, 스펙트럼의 무선 주파수 부분을 사용하는), 또는 기저대역 신호로서 포맷될 수 있다. 포맷은 예를 들어, 데이터 스트림을 인코딩하는 것, 및 인코딩된 데이터 스트림을 통해 캐리어를 변조하는 것을 포함할 수 있다. 신호가 전달하는 정보는 예를 들어, 아날로그 또는 디지털 정보일 수 있다. 신호는 알려진 것처럼, 다양한, 상이한 유선 또는 무선 연결을 통해 송신될 수 있다. 신호는 처리기-판독 가능 매체 상에 저장될 수 있다.

[0101] 다수의 구현이 서술되었다. 그렇지만, 다양한 수정이 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 다른 구현을 생성하기 위해, 상이한 구현의 요소가 결합, 보충, 수정 또는 제거될 수 있다. 게다가, 당업자라면,

다른 구조 및 처리가 개시된 구조 및 처리를 대체할 수 있고, 결과적인 구현이 적어도 실질적으로 개시된 구현과 동일한 결과(들)를 달성하기 위해 적어도 실질적으로 동일한 방식(들)으로 적어도 실질적으로 동일한 기능(들)을 수행한다는 것을 이해할 것이다. 이에 따라, 이들 및 다른 구현은 본 개시물에 의해 고려되고, 본 개시물의 범주 내에 있다.

[0102] 전술한 것은 본 발명을 수행하기 위한 가능성 중 일부를 서술한다. 다수의 다른 실시예는 본 발명의 범주 및 사상 내에서 가능하다. 그러므로, 전술한 서술은 한정이 아닌 설명을 위한 것으로 여겨져야 하고, 본 발명의 범주는 등가물의 전체 범위와 함께 첨부된 청구항에 의해 주어진다고 고려된다.

부호의 설명

[0103] 10 : 이미지를 영역으로 분할

12 : 각 영역에 대한 노출을 추정

14 : 각 영역에 노출 파라미터를 적용

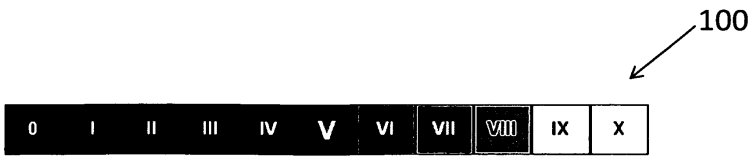
16 : 영역을 함께 이미지 퓨전 혼합

18 : 만족스러운 결과?

20 : 사용자가 각 영역에 대한 노출 파라미터를 조정

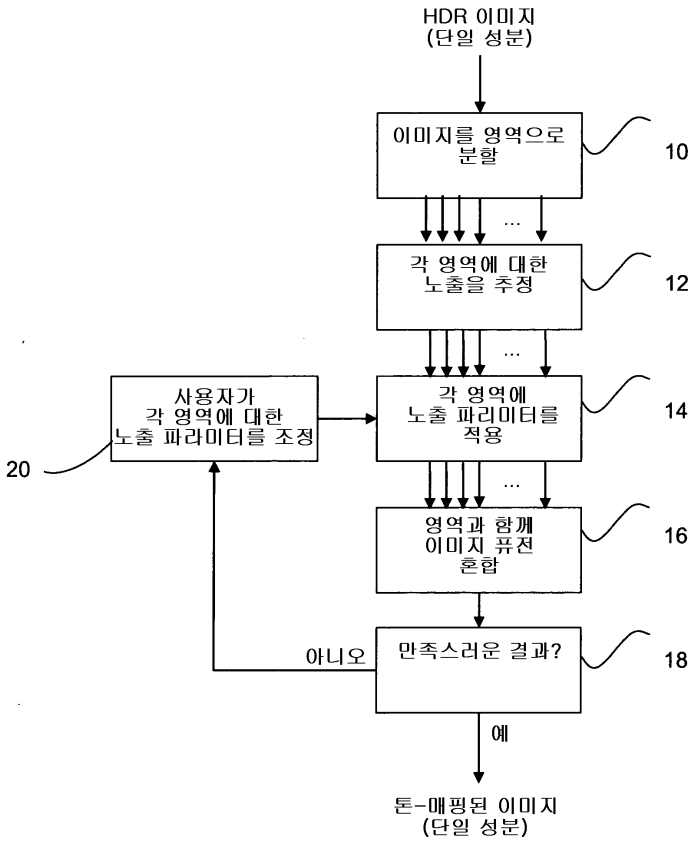
도면

도면1

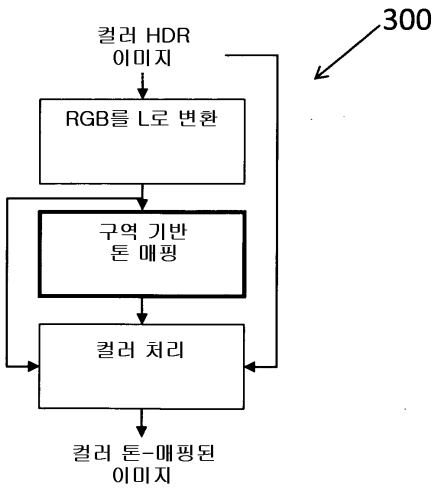


종래 기술

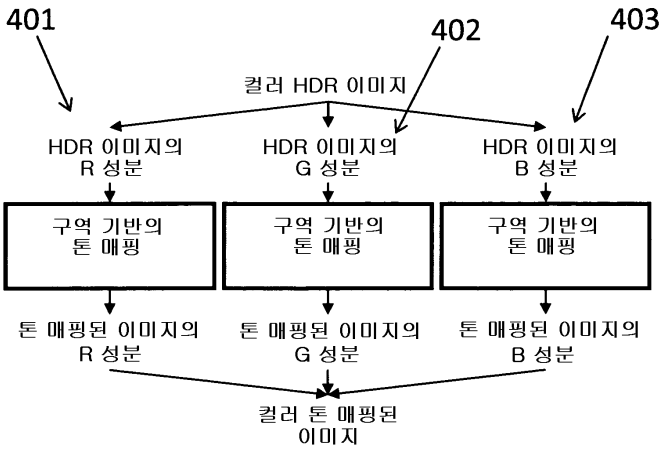
도면2


HDR 이미지
(단일 성분)
이미지를 영역으로 분할
10
각 영역에 대한 노출을 추정
12
사용자가 각 영역에 대한 노출 파라미터를 조정
20
각 영역에 노출 파라미터를 적용
14
영역과 함께 이미지 퓨전 혼합
16
아니오
만족스러운 결과?
18
예
톤-매핑된 이미지
(단일 성분)

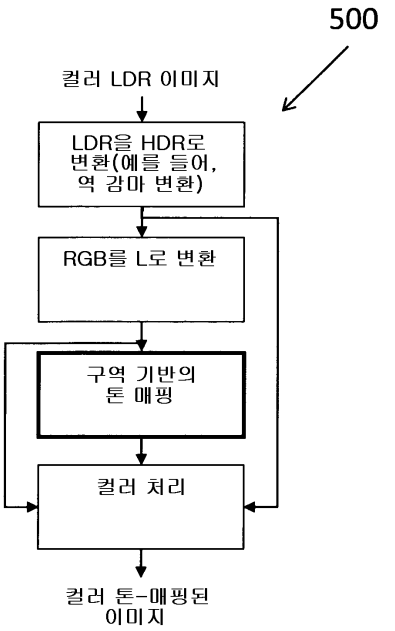
도면3


300
컬러 HDR 이미지
RGB를 L로 변환
구역 기반 톤 매핑
컬러 처리
컬러 톤-매핑된 이미지

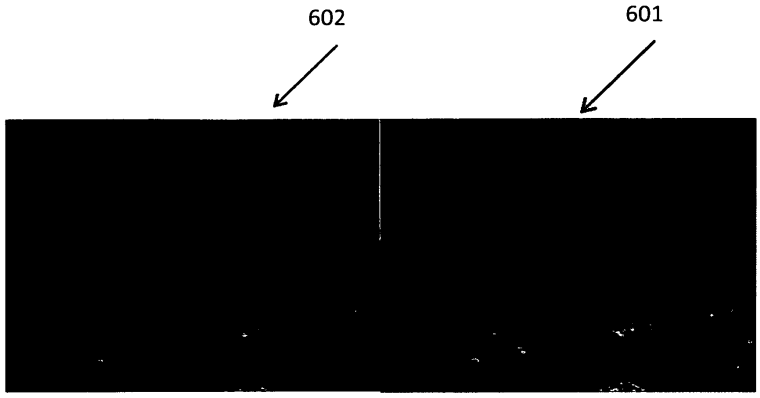
도면4


401
402
403
컬러 HDR 이미지
HDR 이미지의 R 성분
HDR 이미지의 G 성분
HDR 이미지의 B 성분
구역 기반의 톤 매핑
구역 기반의 톤 매핑
구역 기반의 톤 매핑
톤 매핑된 이미지의 R 성분
톤 매핑된 이미지의 G 성분
톤 매핑된 이미지의 B 성분
컬러 톤 매핑된 이미지

도면5


500
컬러 LDR 이미지
LDR을 HDR로 변환(예를 들어, 역 감마 변환)
RGB를 L로 변환
구역 기반의 톤 매핑
컬러 처리
컬러 톤-매핑된 이미지

도면6


602
601