



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월18일  
 (11) 등록번호 10-1239246  
 (24) 등록일자 2013년02월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H04N 5/57* (2006.01) *G06T 5/50* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-7011702(분할)  
 (22) 출원일자(국제) 2009년01월16일  
 심사청구일자 2012년05월04일  
 (85) 번역문제출일자 2012년05월04일  
 (65) 공개번호 10-2012-0051103  
 (43) 공개일자 2012년05월21일  
 (62) 원출원 특허 10-2010-7017658  
 원출원일자(국제) 2009년01월16일  
 심사청구일자 2010년08월09일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2009/031304  
 (87) 국제공개번호 WO 2009/092018  
 국제공개일자 2009년07월23일

(30) 우선권주장  
 12/169,439 2008년07월08일 미국(US)  
 61/021,831 2008년01월17일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US07102697 B2

전체 청구항 수 : 총 27 항

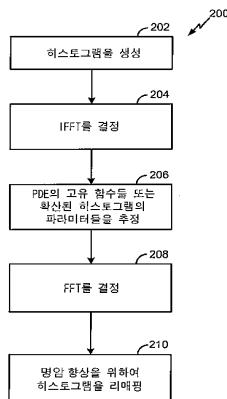
심사관 : 권오성

(54) 발명의 명칭 명암 향상을 위한 히스토그램-모델링 기반 알고리즘

**(57) 요약**

이미지 명암 향상을 위한 히스토그램 모델링 기반 기술이 설명된다. 일부 구현들에서, 이미지의 히스토그램이 생성되고 그 다음 변환된다. 소리 또는 열 전파의 물리학을 이용하여, 상기 기술은 변환될 수 있는 확산된 히스토그램 모델을 개발할 수 있다. 비선형 매핑이 명암 향상을 위해 이미지를 리매핑하기 위하여 생성될 수 있다. 상기 기술은 임계값 튜닝없이 수행될 수 있으며 다양한 디스플레이 하드웨어 상에서 구현될 수 있다.

**대 표 도** - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

이미지의 명암(contrast) 향상을 위한 방법으로서,

상기 이미지의 히스토그램을 결정하는 단계;

이미지 처리 하드웨어 상에서 명령들을 실행함에 의해 확산된 히스토그램을 생성하도록 열적 전파 편미분 방정식에 의해 정의된 전파 특성에 따라 상기 히스토그램을 확산하는 단계;

리매핑된(remapped) 이미지를 생성하기 위하여 상기 확산된 히스토그램을 이용하여 상기 이미지를 리매핑하는 단계; 및

상기 리매핑된 이미지를 디스플레이 상에 디스플레이하는 단계를 포함하는,

이미지의 명암 향상 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 히스토그램과 상기 확산된 히스토그램은 실질적으로 유사한 일반 특성을 갖는,

이미지의 명암 향상 방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

확산된 히스토그램 모델에 따라 매핑 함수를 결정하는 단계를 더 포함하는,

이미지의 명암 향상 방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

디스플레이 장치의 실질적으로 전체 동적 범위를 이용하기 위하여 상기 이미지를 리매핑하는 단계를 더 포함하는,

이미지의 명암 향상 방법.

### 청구항 5

이미지의 명암 향상을 위한 장치로서,

메모리;

상기 메모리에 전기적으로 연결된 프로세서;

이미지의 히스토그램을 결정하도록 구성된 히스토그램 컴포넌트; 및

확산된 히스토그램을 생성하도록 열적 전파 편미분 방정식에 의해 정의된 전파 특성에 따라 상기 히스토그램을 확산하도록 구성된 변환 컴포넌트를 포함하며,

상기 이미지는 상기 확산된 히스토그램을 이용하여 리매핑되는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 6

이미지의 명암 향상을 위한 컴퓨터-판독가능 명령들을 포함하는 컴퓨터-판독가능 매체로서, 상기 명령들은,

상기 이미지의 히스토그램을 결정하는 단계;

확산된 히스토그램을 생성하도록 열적 전파 편미분 방정식에 의해 정의된 전파 특성에 따라 상기 히스토그램을 확산하는 단계; 및

상기 확산된 히스토그램을 이용하여 상기 이미지를 리매핑하는 단계를 포함하는 방법을 수행하는,

컴퓨터-관독가능 매체.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 컴퓨터-관독가능 매체는, 디스플레이 장치의 전체 동적 범위를 이용하기 위하여 상기 이미지를 리매핑하기 위한 명령들을 더 포함하는,

컴퓨터-관독가능 매체.

### 청구항 8

이미지의 명암 향상을 위한 장치로서,

상기 이미지의 히스토그램을 결정하기 위한 수단;

확산된 히스토그램을 생성하도록 열적 전파 편미분 방정식에 의해 정의된 전파 특성에 따라 상기 히스토그램을 확산하기 위한 수단을 포함하며,

상기 이미지는 상기 확산된 히스토그램을 이용하여 리매핑되는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 확산하는 단계는,

변환된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 히스토그램에 변환을 적용하는 단계;

상기 변환된 히스토그램과 연관된 확산된 히스토그램 모델의 추정된 파라미터들을 결정하는 단계; 및

확산된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 확산된 히스토그램 모델에 역 변환을 적용하는 단계를 포함하는,

이미지의 명암 향상 방법.

### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 확산하는 단계는 상기 열적 전파 편미분 방정식을 푸는(solve) 단계를 포함하는,

이미지의 명암 향상 방법.

### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 확산된 히스토그램이 전체 범위에 도달할 때까지 상기 히스토그램을 확산하는 단계를 포함하는,

이미지의 명암 향상 방법.

### 청구항 12

제 5 항에 있어서,

상기 확산은 상기 열적 전파 편미분 방정식을 푸는 것을 포함하는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 13

제 5 항에 있어서,

확산된 히스토그램 모델의 추정된 파라미터들을 결정하도록 구성된 파라미터 추정 컴포넌트를 더 포함하며, 상기 변환 컴포넌트는,

변환된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 히스토그램에 변환을 적용하고;

상기 변환된 히스토그램과 연관된 확산된 히스토그램 모델의 추정된 파라미터들을 결정하고; 그리고

확산된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 확산된 히스토그램 모델에 역 변환을 적용함에 의해 상기 히스토그램을 확산하도록 추가로 구성되는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 14

제 5 항에 있어서,

상기 히스토그램은 상기 확산된 히스토그램이 전체 범위에 도달할 때까지 확산되는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 15

제 6 항에 있어서,

변환된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 히스토그램에 변환을 적용하고;

상기 변환된 히스토그램과 연관된 확산된 히스토그램 모델의 추정된 파라미터들을 결정하고; 그리고

확산된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 확산된 히스토그램 모델에 역 변환을 적용함에 의해 상기 히스토그램을 확산하기 위한 명령들을 추가로 포함하는,

컴퓨터-판독가능 매체.

### 청구항 16

제 6 항에 있어서,

상기 히스토그램을 확산하는 단계는 상기 열적 전파 편미분 방정식을 푸는 단계를 포함하는,

컴퓨터-판독가능 매체.

### 청구항 17

제 6 항에 있어서,

상기 히스토그램을 확산하는 단계는 상기 확산된 히스토그램이 전체 범위에 도달될 때까지 상기 히스토그램을 확산하는 단계를 포함하는,

컴퓨터-판독가능 매체.

### 청구항 18

제 8 항에 있어서,

변환된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 히스토그램에 변환을 적용하기 위한 수단;

상기 변환된 히스토그램과 연관된 확산된 히스토그램 모델의 추정된 파라미터들을 결정하기 위한 수단; 및

확산된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 확산된 히스토그램 모델에 역 변환을 적용하기 위한 수단을 더 포함하는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 19

제 8 항에 있어서,

상기 히스토그램을 확산하기 위한 수단은 상기 열적 전파 편미분 방정식을 풀도록 구성되는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 20

제 9 항에 있어서,

상기 변환된 히스토그램과 연관된 확산 히스토그램 모델의 추정된 파라미터를 결정하는 단계는, 미리 결정된 길이를 갖는 급수(series)에 걸쳐서 제 1 파라미터와 제 2 파라미터를 재귀적으로(recursively) 결정하는 단계를 포함하는,

이미지의 명암 향상 방법.

### 청구항 21

제 20 항에 있어서,

확산된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 확산된 히스토그램 모델에 역 변환을 적용하는 단계는, 제 2 미리 결정된 길이를 갖는 제 2 급수에 걸쳐서 상기 확산된 히스토그램을 합산하는 단계를 포함하는,

이미지의 명암 향상 방법.

### 청구항 22

제 13 항에 있어서,

파라미터 추정 컴포넌트는 미리 결정된 길이를 갖는 급수(series)에 걸쳐서 제 1 파라미터와 제 2 파라미터를 재귀적으로 결정하며, 상기 제 1 파라미터는 상기 확산된 히스토그램 모델을 결정하기 위하여 상기 급수에 걸쳐서 합산되는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 변환 컴포넌트는 제 2 미리 결정된 길이를 갖는 제 2 급수에 걸쳐서 상기 확산된 히스토그램을 합산함에 의해, 확산된 히스토그램 모델에 기초하여 확산된 히스토그램을 결정하도록 추가로 구성되는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 확산된 히스토그램 모델에 따라 매핑 함수가 결정되는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 25

제 22 항에 있어서,

상기 확산된 히스토그램은 디스플레이 장치의 실질적으로 전체 동적 범위를 이용하도록 구성되는,

이미지의 명암 향상을 위한 장치.

### 청구항 26

제 15 항에 있어서,

상기 변환된 히스토그램과 연관된 확산된 히스토그램 모델의 추정된 파라미터들을 결정하는 것은, 미리 결정된 길이를 갖는 급수에 걸쳐서 제 1 파라미터와 제 2 파라미터를 재귀적으로 결정하고; 그리고

상기 확산된 히스토그램 모델을 결정하기 위하여 상기 급수에 걸쳐서 상기 제 1 파라미터를 합산하는 것을 포함하는,

컴퓨터-판독가능 매체.

## 청구항 27

제 15 항에 있어서,

상기 확산된 히스토그램 모델에 따라 매핑 함수를 결정하기 위한 명령들을 더 포함하는,

컴퓨터-판독가능 매체.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 특허 출원은 발명의 명칭 "A Histogram-Modeling Based Algorithm for Contrast Enhancement"이고 2008년 1월 17일 출원된 미국 출원 제61/021,831호에 대한 우선권을 주장하며, 이는 본 출원인에 양도되었고 참조로서 명시적으로 본 명세서에 결합된다.

### 배경 기술

[0002] 명암(contrast)을 향상시키는 프로세스는 통상적으로 이미지가 이용 가능한 동적 범위의 모든 레벨들을 차지하도록 그레이 스케일(gray scale) 또는 이미지의 강도 레벨을 리매핑(remapping)하는 것을 포함한다. 최근까지, 명암 향상은 디스플레이의 모든 이용 가능한 레벨들이 이미지의 픽셀들에 의해 차지되는 동일한 확률을 갖는 히스토그램 평활화(histogram equalization)에 의해 달성되어 왔다. 그러나, 히스토그램 평활화는 픽셀들의 분포를 과도하게 늘려서(over-stretch) 결과 이미지가 인위적인 품질을 갖게 된다.

[0003] 다른 해결책은 명암 제한 히스토그램 평활화(contrast limited histogram equalization: CLHE)이며, 여기서는 히스토그램의 예외적인 피크치들의 과도한 지배력을 회피하기 위해서 평활화된 히스토그램에서 히스토그램의 예외적인 피크치들이 절단된다(clip). CLHE는 낮은 레벨, 중간 레벨, 및 높은 레벨에서 시각적 지각의 상이한 민감도를 고려하는 몇 가지 변이들을 갖는다. 예를 들어, 상이한 영역들의 경계에서 평활한 전이들이 보장되도록 적절한 조정들이 행해진다면 CLHE는 상이한 강도(intensity) 영역들에서 개별적으로 행해질 수 있다. 결과 이미지가 목적하는 향상을 갖도록 절단 임계값(clipping threshold)들을 설정하는 것은 다수의 임계값들이 존재하기 때문에 CLHE에서는 어렵다. 사람 인자들과 선입견(bias)들이 프로세스에서 한 역할을 차지하며, 이것은 프로세스를 매우 주관적이게 한다. 임계값들을 자동적으로 추정하기 위한 알고리즘들이 제시되어 왔으나, 이를 알고리즘이 완전히 해결된 것은 아니다. 그 결과, CLHE는 명암 향상 문제에 대한 완전한 해결책은 아니다.

### 발명의 내용

[0004] 이미지 명암 향상을 위한 히스토그램 모델링 기반 기술이 몇 개의 구현들과 관련해서 설명된다. 일부 구현들에서, 이미지의 히스토그램이 생성되고 그 다음 변환된다. 소리 또는 열 전파의 물리학을 이용하여, 상기 기술은 변환될 수 있는 확산된 히스토그램 모델을 개발할 수 있다. 상기 모델을 이용하여, 비선형 매핑이 명암 향상을 위해 이미지를 리매핑하기 위하여 생성될 수 있다. 상기 기술은 임계값 튜닝없이 수행될 수 있으며 다양한 디스플레이 하드웨어 상에서 구현될 수 있다.

[0005] 일부 구현들에서, 이미지의 명암 향상을 위한 방법이 상기 이미지의 히스토그램을 결정하는 단계; 변환된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 히스토그램에 변환을 적용하는 단계; 상기 변환된 히스토그램과 연관된 확산된 히스토그램 모델의 추정된 파라미터들을 결정하는 단계; 확산된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 확산된 히스토그램 모델에 역 변환을 적용하는 단계; 및 상기 확산된 히스토그램을 이용하여 상기 이미지를 리매핑

(remapping)하는 단계를 포함한다.

[0006] 일부 구현들에서, 이미지의 명암 향상을 위한 장치가, 상기 이미지의 히스토그램을 결정하는 히스토그램 엔진, 변환된 히스토그램을 결정하는 변환 엔진, 및 상기 변환된 히스토그램과 연관된 확산된 히스토그램 모델을 결정하는 파라미터 추정 엔진을 포함한다. 확산된 히스토그램을 생성하기 위하여 상기 확산된 히스토그램 모델에 역 변환이 적용될 수 있다. 상기 이미지는 상기 확산된 히스토그램을 이용하여 리매핑될 수 있다.

[0007] 이상은 요약이며, 따라서, 필요에 의해, 상세한 부분의 단순화, 일반화, 및 생략을 포함한다. 당업자는 요약이 단지 예시적이며, 제한적인 것으로 의도되지 않는 것임을 이해할 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0008] 본 발명의 내용과 바람직한 실시예에 대한 상세한 설명은 도면을 참조하여 보다 잘 이해될 수 있다. 설명의 목적을 위하여, 도면들은 예시적인 실시예들이 도면이 도시되나, 본 개시내용은 개시된 특정 방법들 및 방편들로 국한되는 것은 아니다.

도1은 이미지들을 처리하기 위한 예시적인 일반적 컴퓨팅 장치의 블록도이다.

도2는 이미지의 명암 향상을 위한 컴퓨팅 모델의 예시적인 흐름도이다.

도3a 및 도3b는 예시적인 원 이미지와 예시적인 명암 향상된 이미지를 나타낸다.

도4a는 도3b의 이미지를 생성하기 위하여 도3a의 이미지를 향상시키는 예시적인 비선형 매핑 함수를 도시한다.

도4b는 도3a의 이미지의 히스토그램을 도시한다.

도4c는 도3b의 명암 향상 이미지의 히스토그램을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 개시내용의 구현들에 따르면, 명암 향상이 히스토그램 모델링과 확산에 기초한 알고리즘을 이용하여 달성될 수 있다. "확산(spreadring)"은 소리 또는 열 전파(propagation)의 물리학에 기초하며, 향상을 수행하기 위한 임계값 튜닝을 필요로 하지않는 파라미터들을 결정하는데 이용될 수 있다. 도1은 본 개시내용의 양상들을 실행하는데 이용될 수 있는 예시적인 동작 환경을 도시한다. 도1은 이미지를 처리하기 위한 예시적인 일반적 컴퓨팅 장치(100)의 블록도이다. 장치(100)는 변환 컴포넌트(115), 히스토그램 컴퓨팅 컴포넌트(120), 추정 컴포넌트(130), 프로세서 컴포넌트(135), 및 통신 컴포넌트(140)를 포함할 수 있다. 프로세서(135)는 다른 컴포넌트들의 처리들을 수행하기 위한 컴퓨팅 플랫폼을 제공한다.

[0010] 변환 컴포넌트(115)는 공간 데이터의 FFT(고속 푸리에 변환) 또는 DCT(이산 코사인 변환)의 경우에 주파수 도메인과 같이, 하나의 도메인에서 다른 도메인으로 히스토그램을 변환한다. 변환 컴포넌트(115)는 또한 IDCT(역 이산 코사인 변환) 또는 IFFT(역 고속 푸리에 변환)와 같은 역 변환을 또한 수행할 수 있다. 변환들은 부동-소수점 또는 정수 기반 하에서 컴퓨팅될 수 있다.

[0011] 히스토그램 컴퓨팅 컴포넌트(120)는 이미지의 히스토그램을 결정한다. 이미지의 히스토그램은 상기 이미지 내에서 발견되는 각각의 상이한 강도 값에서 이미지 내의 다수의 픽셀들을 도시하는 그래프이다. 8-비트 그레이스케일 이미지의 경우에, 256개의 상이한 강도값들이 존재할 수 있으므로, 이미지 히스토그램은 이들 그레이스케일 값들 중에 픽셀들의 분산을 나타내는 256개를 그래픽적으로 디스플레이할 것이다. 히스토그램들은 또한 적색, 녹색 및 청색 채널들 또는 다른 3-D 색 공간의 휘도(luminance) 및 색차(chrominance) 채널들의 각 개별 히스토그램으로서 색 이미지들을 취할 수 있다.

[0012] 추정 컴포넌트(130)는 확산된 히스토그램 모델의 추정된 파라미터들을 결정할 수 있다. 확산은 물리적 프로세스의 성질들을 나타내며 실질적으로 이용가능한 동적 범위에 걸쳐서 히스토그램 내의 강도 레벨들을 리매핑하는데 이용된다. 추정 컴포넌트(130)는 물리적 프로세스를 모델링하는데 이용되는 지수적 감쇄 사인곡선들인 편미분 방정식들의 고유(Eigen) 함수들의 파라미터를 또한 추정할 수 있다.

[0013] 통신 컴포넌트(140)는 외부 소스(145)로부터 인코딩될 데이터를 수신하는데 이용되는 로직을 포함한다. 외부 소스(145)는 예를들어 외부 메모리, 인터넷, 라이브 비디오 및/또는 오디오 공급일 수 있으며, 데이터 수신은 유선 및/또는 무선 통신을 포함할 수 있다. 통신 컴포넌트(140)는 네트워크(150)를 통해 인코딩된 데이터를 송신(Tx)하는 로직을 또한 포함할 수 있다. 네트워크(150)는 전화, 케이블, 및 광 섬유와 같은 유선 시스템 또는

무선 시스템의 일부일 수 있다. 무선 통신 시스템의 경우에, 네트워크(150)는 예를들어 코드 분할 다중 액세스(CDMA 또는 CDMA2000) 통신 시스템의 일부를 포함할 수 있으며, 또는 대안적으로, 시스템은 주파수 분할 다중 액세스(FDMA) 시스템, GSM/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(enhandce data GSM environment) 또는 서비스 산업을 위한 TETRA(Terrestrial Trunked Radio) 이동 전화 기술과 같은 시분할 다중 액세스(TDMA) 시스템, 광대역 코드 분할 다중 액세스(WCDMA), 고속 데이터 레이트(1xEV-DO 또는 1xEV-DO Gold Multicast) 시스템, 또는 결합 기술들을 이용하는 임의의 일반 무선 통신 시스템일 수 있다.

[0014] 장치(100)는 오디오 장치(112)(예를들어, 이어폰, 헤드셋) 및 입력 장치(116)(예를들어 키패드, 키보드, 철필(stylus))에 연결되거나, 오디오 장치(112) 및 입력 장치(116)를 통합적으로 포함할 수 있다. 외부 스토리지(145)는 예를들어 외부 RAM 또는 ROM, 또는 원격 서버일 수 있다. 외부 스토리지(145) 내에 저장되거나 프로세서 컴포넌트(135)의 내부 메모리에 저장된 이미지 데이터가 디스플레이 컴포넌트(160) 상에 표시될 수 있다. 디스플레이 컴포넌트(160)는 장치(100)의 통합된 부분일 수 있으며 디스플레이 스크린을 포함하는 비디오 디스플레이 하드웨어 및 로직으로서 이러한 부분들을 포함하거나 외부 주변 장치일 수 있다. 통신 컴포넌트(140)는 또한 이미지 데이터를 외부 스토리지 컴포넌트(145) 또는 디스플레이 컴포넌트(160)에 통신하는데 이용되는 로직을 포함할 수 있다.

[0015] 예를들어 디스플레이 컴포넌트(160) 상에 디스플레이된 이미지들의 맥락에서, 명암 향상은 잘못 노출된(예를들어 과도하게 노출되거나 과소 노출된) 이미지들을 극복하는 해결책이다. 잘못 노출된 이미지들은 이용 가능한 동적 범위 중에서 소수의 제한된 영역들 상에 집중된 픽셀들을 갖는 경향을 갖는다. 그 결과, 이미지는 디테일 부분이 가시적이지 않고 너무 어둡거나 너무 밝게 보이게 된다. 이러한 이미지들의 히스토그램은 성긴 영역들이 몇 개의 날카로운 피크들 사이에 개재되어 있는 특징을 보인다.

[0016] 구현들에 따르면, 본 알고리즘은 명암 향상 기술을 제공하기 위하여 자동적이며 임계치 튜닝 또는 인간 상호작용을 필요로 하지 않는 소리 또는 열 전파의 물리학의 원리를 따를 수 있다. 상기 알고리즘은 실시간으로 구현 가능하고, 결과적인 향상된 이미지는 일반적인 특성면에서 원(original) 히스토그램과 유사한 히스토그램을 갖는다. 향상된 이미지는 디스플레이의 실질적으로 모든 전체 동적 범위를 차지하는 히스토그램을 가질 수 있다.

[0017] 이상의 설명에 따르면, 잘못 노출된 히스토그램이 도전체의 초기의 열적 프로파일 또는 분포라고 가정하면, 이 열적 분포는 규칙적이고 물리적으로 제한된 방식으로 확산될 것이다. 이러한 확산은 열이 완전히 도달하자마자 중단될 것이다. 이 확산 프로세스는 임계치 튜닝 또는 인간 간섭이 요구되지 않는 물리적 프로세스의 특징들을 가지며, 확산된 열적 프로파일은 확산이 물리적으로 제한된 프로세스이므로 원 프로파일의 특성과 유사하다. 이용 가능한 전체 범위에 자연스럽고 점차적으로 도달될 것이다.

[0018] 이상이 본 개시내용에 따른 명암 향상 알고리즘의 대표적인 특성들이다. 그러나, 열적 전파 특성을 결정하기 위하여 사용된 편미분 방정식(partial differential equation: PDE)을 푸는 것은 컴퓨팅면에서 비용이 많이 들 수 있다. 그러나, 열 전파 PDE의 고유(Eigen) 함수들은 도2에 도시된 바와 같은 절차를 이용하여 컴퓨팅될 수 있는 지수적 감쇄 사인곡선이다.

[0019] 도2는 이미지의 명암 향상을 위한 컴퓨팅 모델(200)의 예시적인 흐름도이다. 202에서, 이미지의 히스토그램이 결정된다. 8-비트 그레이스케일 이미지의 경우에, 그레이스케일 값들 중의 픽셀들의 분포를 나타내는 256개를 그래픽적으로 도시하는 히스토그램이 결정될 수 있다. 히스토그램들은 또한 적색, 녹색 및 청색 채널들 또는 다른 3-D 색 공간의 휘도(luminance) 및 색차(chrominance) 채널들의 각 개별 히스토그램으로서 색 이미지들을 취할 수 있으며, 각 히스토그램은 각 채널의 픽셀 카운트 분포를 나타낸다.

[0020] 204에서, 히스토그램의 IFFT(역 고속 푸리에 변환)이 결정된다. 변환의 출력은 공간 도메인에서 균등한 히스토그램을 나타낸다. IFFT는 변환 컴포넌트(115)에 의해 결정될 수 있으며 16-빈(bin) 이상 히스토그램

$ht(i) \quad i=0,1,\dots,15$  이 이용 가능한 일부 구현들에서, IFFT는

$$H(k) = \left| \sum_{i=0}^{15} ht(i) e^{\frac{ik\pi}{8}} \right|$$

[0021]

[0022]로서 컴퓨팅될 수 있다.

[0023] 206에서, 확산된 히스토그램 모델의 파라미터들 또는 PDE의 고유 함수들이 결정된다. 이것은 추정 컴포넌트(130)에 의해 수행될 수 있다. 값  $H(k)$ 는 다음 재귀 알고리즘을 이용하여 모델 파라미터들을 추정하는데 사용될 수 있다.

[0024] (1) 초기화

$$\alpha_0(0) = 1$$

$$\varepsilon_0 = H(0)$$

[0025]

[0026] (2)  $j=0, 1, \dots, 6$ 에 대하여, 재귀

$$\gamma_j = H(j+1) + \sum_{i=1}^j a_i(i)H(j-i+1)$$

$$\Gamma_{j+1} = -\gamma_j / \varepsilon_j$$

$$[0027] a_{j+1}(i) = a_j(i) + \Gamma_{j+1} a(j-i+1)$$

$$a_{j+1}(j+1) = \Gamma_{j+1}$$

$$\varepsilon_{j+1} = \varepsilon_j \left[ 1 - \Gamma_{j+1}^2 \right]$$

[0029]

[0030] (3)  $k=0, 1, \dots, 63$ 의 경우에, 최종적으로,

$$Hs(k) = 1 - \sum_{j=1}^6 a_j Hs(k-j)$$

[0031]

[0032] 208에서, 히스토그램 모델의 FFT(고속 푸리에 변환)이 결정된다. FFT는 다음과 같이 확산된 히스토그램을 결정하는데 이용될 수 있다.

$$hs(i) = \left| \sum_{k=0}^{63} Hs(k) e^{-jk\frac{ik\pi}{32}} \right|$$

[0033]

[0034] 210에서, 명암 향상을 위한 비선형 매핑이 구축된다.

$$hm(i) = \left| \sum_{j=0}^i hs(j) / \sum_{j=0}^{63} hs(j) \right| \quad i = 0, 1, \dots, 64$$

[0035]

[0036] 위에서,  $hm(i)$ 가 평활 함수이기 때문에,  $hm(i)$ 는 8-비트 256 포인트 매핑 함수로 선형적으로 보간될 수 있다.

[0037] 이것은 장치(100) 내의 프로세서(135) 상에서 실행되는 명령들에 의해 수행될 수 있다. 일부 구현들에서, 처리된 이미지의 동적 범위가 디스플레이 장치의 성능을 초과하는 경우에 비선형 매핑 함수가 사용될 수 있다. 이

러한 경우에, 이미지에서 최대로 밝은 부분만이 디스플레이 스크린 상에 가시적이게 된다. 비선형 매핑은 완전한 이미지가 디스플레이 상에 가시적이도록 예를들어 대수적(logarithmic) 강도 매핑(트랜스포매이션(transformation)) 함수를 이용하여, 픽셀 값들의 동적 범위를 압축하는데 이용될 수 있다.

[0038] 도3a 및 도3b는 예시적인 원 이미지와 예시적인 명암 향상된 이미지를 도시한다. 도3a의 이미지에서, 개와 그늘을 볼 수 있으나, 명암이 나쁘기 때문에 구별하기가 곤란하다. 도3b의 명암 향상된 이미지는 설명된 바와 같은 명암 향상 구현들을 이용하여 생성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 도3b의 이미지 내의 디테일(detail)들은 보다 가시적이며 향상된 이미지 내에서 구별가능하다.

[0039] 도4a는 예시적인 비선형 매핑 함수를 도시한다. 도4b는 도3a의 이미지의 히스토그램을 도시하며 도4c는 도4b의 히스토그램의 명암 향상 버전을 도시한다. 본 개시내용의 구현들에 따르면, 도4a의 비선형 매핑 함수는 도4c에 도시된 명암 향상된 히스토그램과 도3b에 도시된 명암 향상된 이미지를 생성하기 위하여 도2의 210에서 도4b의 원 히스토그램에 적용될 수 있다. 도4b 및 도4c의 히스토그램들은 실질적으로 동일한 일반 특징들을 공유하며, 도4c의 히스토그램은 실질적으로 모든 이용가능한 동적 범위를 차지하고 있다.

[0040] 이와 같이, 원 히스토그램과 처리된 히스토그램 간의 비교는 본 개시내용의 구현들이 원 히스토그램을 확산시키면서 전체 범위의 일반 특성들을 보호한다는 점을 나타낸다. 처리된 또는 향상된 이미지들은 또한 원 이미지를 보다 더 많은 디테일을 또한 나타낸다.

[0041] 도1의 장치에 관련해서, 다양한 다른 범용 또는 특별 목적 컴퓨팅 시스템 환경들 또는 구성들이 이용될 수 있다. 이용하기에 적합할 수 있는 잘 알려진 컴퓨팅 시스템들, 환경들, 및/또는 구성들의 예들에는 PC들, 서버 컴퓨터들, 핸드헬드 또는 램프 장치들, 멀티프로세서 시스템들, 마이크로프로세서 기반 시스템들, 네트워크 PC들, 미니컴퓨터들, 메인프레임 컴퓨터들, 임베디드 시스템들, 위 시스템들 또는 장치들 중 임의의 것을 포함하는 분산 컴퓨팅 환경들 등이 포함되나 이로 한정되는 것은 아니다.

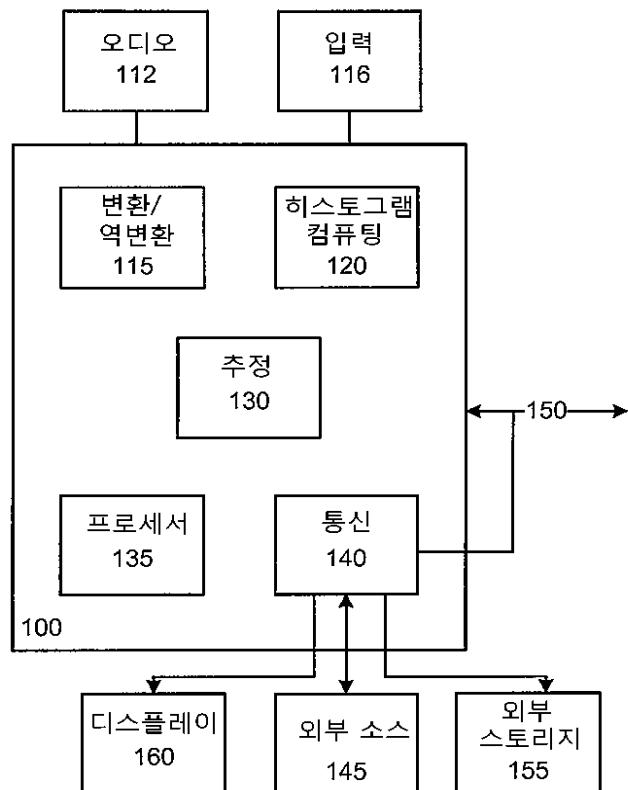
[0042] 컴퓨터에 의해 실행되는, 프로그램 모듈들과 같은 컴퓨터-실행가능 명령들이 이용될 수 있다. 일반적으로, 프로그램 모듈들은 특정 태스크를 수행하거나 특정 요약 데이터 타입들을 실행하는 루틴들, 프로그램들, 오브젝트들, 컴포넌트들, 데이터 구조들 등을 포함한다. 태스크들이 컴퓨팅 네트워크 또는 다른 데이터 전송 매체를 통해 연결된 원격 프로세싱 장치들에 의해 수행되는 경우에 분산 컴퓨팅 환경들이 이용될 수 있다. 분산 컴퓨팅 환경에서, 프로그램 모듈들 및 다른 데이터는 메모리 저장 장치들을 포함하는 로컬 및 원격 컴퓨터 저장 매체 모두에 위치할 수 있다.

[0043] 설명된 다양한 기술들이 하드웨어 또는 소프트웨어, 또는 적합한 경우에는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합과 관련해서 구현될 수 있다. 따라서, 개시된 청구 주제(subject matter)의 방법들 및 장치, 또는 이들의 특정 양상들 또는 부분들은 플로피 디스크들, CD-ROM들, 하드 드라이브들, 또는 프로그램 코드가 컴퓨터와 같은 기계에 로딩되고 이에 의해 실행되는 경우에, 상기 기계가 개시된 청구 주제를 실행하기 위한 장치가 되는 경우에는 임의의 다른 기계 판독가능 저장 매체와 같은 유체 매체 내에 담긴 프로그램 코드(즉, 명령들)의 형태를 취할 수 있다. 프로그램가능 컴퓨터들 상의 프로그램 코드 실행의 경우에, 컴퓨팅 장치는 일반적으로 프로세서(휘발성 및 비휘발성 메모리 및/또는 저장 엘리먼트를 포함함), 프로세서에 의해 판독가능한 저장 매체, 적어도 하나의 입력 장치, 및 적어도 하나의 출력 장치를 포함한다.

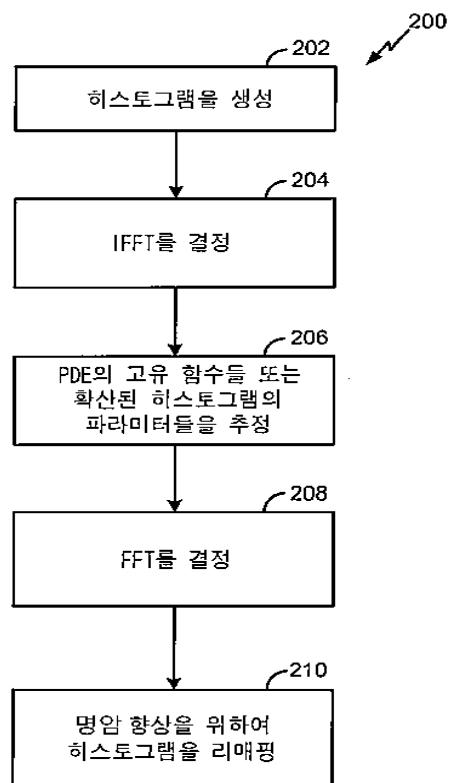
[0044] 하나 또는 그 이상의 프로그램들이 예를들어 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API), 재사용가능 제어들 등을 이용하여, 개시된 청구 주제와 관련하여 설명된 프로세스들을 실행하거나 이용할 수 있다. 이러한 프로그램들은 컴퓨터 시스템과 통신하기 위하여 상위 레벨의 절차적 또는 오브젝트 지향된 프로그래밍 언어로 구현될 수 있다. 그러나, 프로그램(들)은 필요한 경우 어셈블리 또는 기계 언어로 구현될 수 있다. 어느 경우든, 언어는 컴파일되거나 해석된 언어일 수 있으며 하드웨어 구현들과 결합될 수 있다.

[0045] 예시적인 구현들이 하나 이상의 단독 컴퓨터 시스템들의 맥락에서 개시된 청구 주제의 양상들을 이용하는 것을 설명할 수 있으나, 본 청구 주제는 이로 한정되는 것이 아니며, 네트워크 또는 분산 컴퓨팅 환경과 같은 임의의 컴퓨팅 환경과 관련해서 구현될 수 있다. 또한, 개시된 청구 주제의 양상들은 다수의 처리 칩들 또는 장치들 내에서 또는 이들을 가로질러 구현될 수 있으며, 스토리지가 다수의 장치들을 가로질러 유사하게 구현될 수 있다. 이러한 장치들은 예를들어 개인용 컴퓨터들, 네트워크 서버들, 및 핸드헬드 장치들을 포함할 수 있다.

[0046] 본 청구 주제가 구조적 특징들 및/또는 방법적 동작들에 특정된 언어로 설명되었으나, 청구범위에서 정의되는 청구 주제는 설명된 특정 특징들 또는 동작들로 제한될 필요는 없다. 오히려, 설명된 특정 특징들 및 동작들은 청구범위를 구현하는 예시적인 형태로서 개시된다.

**도면****도면1**

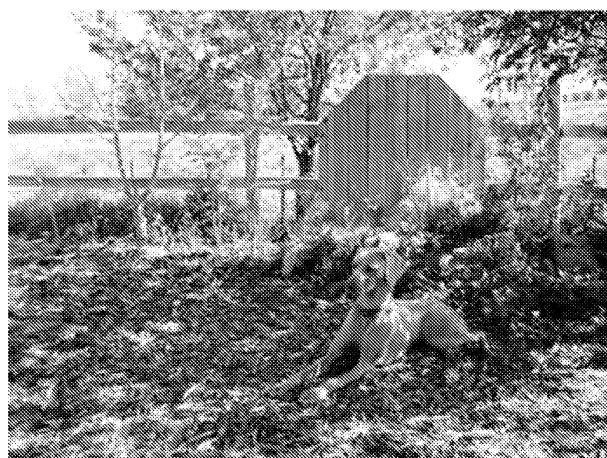
도면2



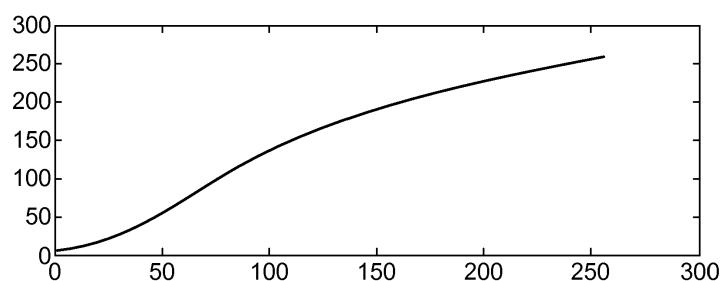
도면3a



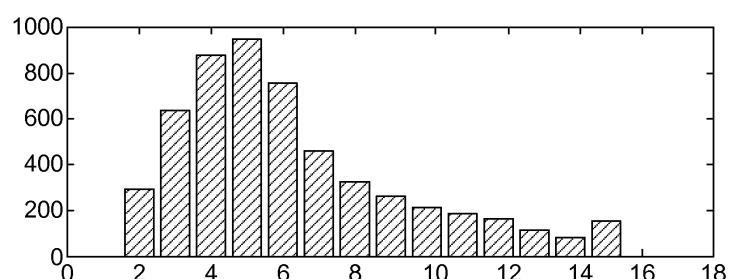
도면3b



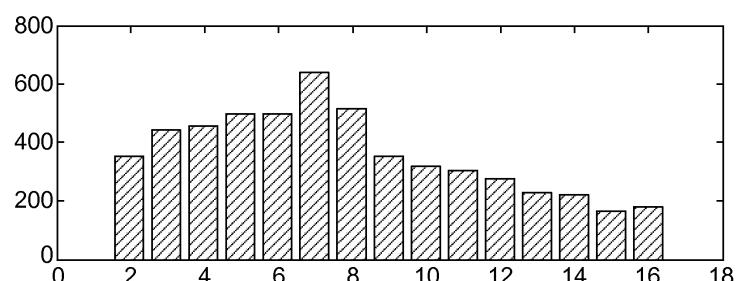
도면4a



도면4b



도면4c



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제24항 2째줄

【변경전】

상기 매핑 함수

【변경후】

매핑 함수