

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-529417  
(P2008-529417A)

(43) 公表日 平成20年7月31日(2008.7.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO4N 1/48 (2006.01)</b>	HO4N 1/46 A	5B057
<b>GO6T 1/00 (2006.01)</b>	GO6T 1/00 510	5C077
<b>HO4N 1/60 (2006.01)</b>	HO4N 1/40 D	5C079
<b>HO4N 5/232 (2006.01)</b>	HO4N 5/232 Z	5C122

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-553192 (P2007-553192)  
 (86) (22) 出願日 平成18年1月24日 (2006.1.24)  
 (85) 翻訳文提出日 平成19年8月27日 (2007.8.27)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/002574  
 (87) 国際公開番号 W02006/081277  
 (87) 国際公開日 平成18年8月3日 (2006.8.3)  
 (31) 優先権主張番号 11/052, 710  
 (32) 優先日 平成17年1月27日 (2005.1.27)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

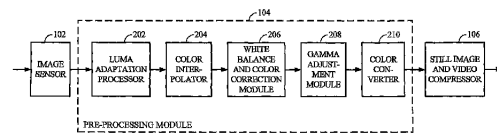
(71) 出願人 595020643  
 クゥアルコム・インコーポレイテッド  
 QUALCOMM INCORPORATED  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92  
 121-1714、サン・ディエゴ、モア  
 ハウス・ドライブ 5775  
 (74) 代理人 100058479  
 弁理士 鈴江 武彦  
 (74) 代理人 100091351  
 弁理士 河野 哲  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル画像処理のためのルマ適応

(57) 【要約】

デジタル画像処理のためのルマ適応。ルマ信号は、画像を表しているセンサRGB信号から分けられる。伝達関数は、輝度信号から得られる。伝達関数を使用して、センサRGB信号を調整し、画像のルマを適応させる。



【選択図】 図2

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

デジタル画像処理のためのルマ適応方法であって、  
画像を表しているセンサRGB信号から輝度信号を導き出すことと、  
輝度信号から伝達関数を得ることと、  
伝達関数を使用して、センサRGB信号を調整し、画像のルマを適応させることとを含む方法。

## 【請求項 2】

伝達関数を輝度信号に適用し、その結果を使用して、センサRGB信号を調整することによって、伝達関数が、センサRGB信号を調整するのに使用される請求項1記載の方法

10

## 【請求項 3】

伝達関数が、輝度信号のヒストグラムの累積関数を含む請求項1記載の方法。

## 【請求項 4】

ヒストグラムのピークを制限することをさらに含む請求項3記載の方法。

## 【請求項 5】

ヒストグラムが、輝度信号の対数に関する請求項4記載の方法。

## 【請求項 6】

センサRGB信号の各々が、それぞれの調整されたセンサRGB信号よりも明るくなるように、伝達関数を変更することをさらに含む請求項3記載の方法。

20

## 【請求項 7】

ヒストグラムが、輝度信号の対数に関する請求項6記載の方法。

## 【請求項 8】

伝達関数が、対数領域の輝度信号から得られる請求項1記載の方法。

## 【請求項 9】

センサRGB信号が、輝度信号の等化されたヒストグラムを、調整されたRGB信号に変換することによって調整され、伝達関数が、等化されたヒストグラムを生成するのに使用される請求項1記載の方法。

## 【請求項 10】

ルマ適応プロセッサであって、  
画像を表しているセンサRGB信号から輝度信号を分ける手段と、  
輝度信号から伝達関数を得る手段と、  
伝達関数を使用して、センサRGB信号を調整し、画像のルマを適応させる手段とを含む方法。

30

## 【請求項 11】

伝達関数が、輝度信号のヒストグラムの累積関数を含む請求項10記載のルマ適応プロセッサ。

## 【請求項 12】

ヒストグラムのピークを制限する手段をさらに含む請求項11記載のルマ適応プロセッサ。

40

## 【請求項 13】

センサRGB信号の各々が、それぞれの調整されたセンサRGB信号よりも明るくなるように、伝達関数を変更する手段をさらに含む請求項11記載のルマ適応プロセッサ。

## 【請求項 14】

輝度信号を対数領域に変換する手段をさらに含み、伝達関数が、対数の輝度信号から得られる請求項12記載のルマ適応プロセッサ。

## 【請求項 15】

画像を表しているセンサRGB信号から輝度信号を分けるように構成された輝度変換器と、  
輝度信号から伝達関数を得るように構成された伝達関数生成器と、

50

伝達関数を使用して、センサRGB信号を調整するように構成されたルマ適応モジュールを含むルマ適応プロセッサ。

【請求項16】

ルマ適応モジュールが、伝達関数を輝度信号に適用し、その結果を使用して、センサRGB信号を調整するようにさらに構成されている請求項15記載のルマ適応プロセッサ。

【請求項17】

伝達関数が、輝度信号のヒストグラムの累積関数を含む請求項15記載のルマ適応プロセッサ。

【請求項18】

ルマ適応モジュールが、輝度信号の等化されたヒストグラムを、調整されたRGB信号に変換するようにさらに構成されていて、伝達関数が、等化されたヒストグラムを生成するのに使用される請求項17記載のルマ適応プロセッサ。

10

【請求項19】

伝達関数生成器が、ヒストグラムのピークを制限するようにさらに構成されている請求項17記載のルマ適応プロセッサ。

【請求項20】

ルマ適応モジュールが、輝度信号を対数領域に変換するように構成された対数変換器をさらに含み、ヒストグラムが、対数の輝度信号に関する請求項19記載のルマ適応プロセッサ。

【請求項21】

20

伝達関数生成器が、センサRGB信号の各々が、それぞれの調整されたセンサRGB信号よりも明るくなるように、伝達関数を変更するようにさらに構成されている請求項17記載のルマ適応プロセッサ。

【請求項22】

ルマ適応モジュールが、輝度信号を対数領域に変換するように構成された対数変換器をさらに含み、ヒストグラムが、対数の輝度信号に関する請求項21記載のルマ適応プロセッサ。

【請求項23】

ルマ適応モジュールが、輝度信号を対数領域に変換するように構成された対数変換器をさらに含み、伝達関数が、対数の輝度信号から得られる請求項15記載のルマ適応プロセッサ。

30

【請求項24】

デジタル画像処理のためのルマ適応方法を行うコンピュータによって実行可能な命令のプログラムを具現するコンピュータ読み出し可能媒体であって、方法が、

画像を表しているセンサRGB信号から輝度信号を導き出すことと、

輝度信号から伝達関数を得ることと、

伝達関数を使用して、センサRGB信号を調整し、画像のルマを適応させることとを含むコンピュータ読み出し可能媒体。

【請求項25】

伝達関数を輝度信号に適用し、その結果を使用して、センサRGB信号を調整することによって、伝達関数が、センサRGB信号を調整するのに使用される請求項24記載のコンピュータ読み出し可能媒体。

40

【請求項26】

伝達関数が、輝度信号のヒストグラムの累積関数を含む請求項24記載のコンピュータ読み出し可能媒体。

【請求項27】

方法が、ヒストグラムのピークを制限することをさらに含む請求項26記載のコンピュータ読み出し可能媒体。

【請求項28】

ヒストグラムが、輝度信号の対数に関する請求項27記載のコンピュータ読み出し可能

50

媒体。

【請求項 29】

方法が、センサRGB信号の各々が、それぞれの調整されたセンサRGB信号よりも明るくなるように、伝達関数を変更することをさらに含む請求項26記載のコンピュータ読み出し可能媒体。

【請求項 30】

ヒストグラムが、輝度信号の対数に関する請求項29記載のコンピュータ読み出し可能媒体。

【請求項 31】

伝達関数が、対数領域の輝度信号から得られる請求項24記載のコンピュータ読み出し可能媒体。

【請求項 32】

輝度信号の等化されたヒストグラムを、調整されたRGB信号に変換することによって、センサRGB信号を調整し、伝達関数が、等化されたヒストグラムを生成するのに使用される請求項24記載のコンピュータ読み出し可能媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概ね、デジタル画像処理、より具体的には、デジタル画像処理システムおよびプロセスのルマ適応 (luma adaptation) に関する。

【背景技術】

【0002】

移動通信におけるマルチメディアアプリケーションに対する需要は、驚異的な速度で増大している。今日、ユーザは、静止画像を送受信し、さらに加えて、画像およびビデオを移動端末またはハンドセット上で見るために、インターネットからダウンロードすることができる。デジタルカメラを移動端末へ組み込んだことは、マルチメディア機能についての移動通信の成長傾向にさらに貢献した。

【0003】

移動端末に関連するバッテリー容量、処理電力、および送信速度のように、限られた量の資源が与えられているとき、効率的なデジタル画像処理技術が、マルチメディア機能を支援するのに必要とされる。このために、マルチメディアアプリケーションの計算の複雑さを軽減する一方で、画像品質を維持するより高度なハードウェアおよびソフトウェアの開発が要求されている。そのようなハードウェアおよびソフトウェアの開発は、移動端末において、より少ない電力消費量と、より長いスタンバイ時間とをもたらす。

【0004】

デジタル画像処理の1つの側面は、色情報の処理にかかわる。色情報は、一般に、赤、緑、および青 (red, green, blue, RGB) 成分から成る複合信号として表現される。十分なルマの帯域幅が維持されているとき、人間の眼が色に対する鋭敏さ (acuity) が比較的悪いことを利用することによって、この色情報を伝えるのに必要とされるデータ容量が低減され得る。具体的には、ビデオ信号の3つの色成分 (RGB) が、ルマ (Y) およびクロマ ( $C_b, C_r$ ) 成分、並びに圧縮されたクロマ成分に変換され得る。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ルマ (Y) 成分は、概ね、画像の明るさ (brightness) と関係付けられる。シーン (scene) のダイナミックレンジが大きいとき、高度なダイナミックレンジ処理技術が、デジタル画像処理システムにおいてしばしば採用され、暗領域 (dark region) および明領域 (light region) における画像のディテールを保護する。モバイルアプリケーションに適した効率的な処理資源を使用して、これを達成することが望ましい。

【0006】

10

20

30

40

50

ルマ適応は、高度なダイナミックレンジ画像処理技術の1つのタイプである。これは、画像の輝度 (luminance) 分布にしたがって、自動的に変化する非線形の色調 (tone) 再生曲線を生成する。再生曲線は、画像のヒストグラム情報に基づいて生成される。

【課題を解決するための手段】

【0007】

デジタル画像処理のためのルマ適応方法が開示される。方法は、画像を表しているセンサRGB信号から輝度信号を導き出すことと、輝度信号から伝達関数を得ることと、伝達関数を使用して、センサ信号を調整し、画像のルマを適応させることとを含む。

【0008】

ルマ適応プロセッサが開示される。ルマ適応プロセッサは、画像を表しているセンサ信号から輝度信号を導き出す手段と、輝度信号から伝達関数を得る手段と、伝達関数を使用して、センサ信号を調整し、画像のルマを適応させる手段とを含む。

【0009】

ルマ適応プロセッサの別の態様が開示される。ルマ適応プロセッサは、画像を表しているセンサ信号から輝度信号を分けるように構成された輝度変換器と、輝度信号から伝達関数を得るように構成された伝達関数生成器と、伝達関数を使用して、センサ信号を調整するように構成されたルマ適応モジュールとを含む。

【0010】

デジタル画像処理のためのルマ適応方法を行うコンピュータによって実行可能な命令のプログラムを具現するコンピュータ読み出し可能媒体がさらに開示される。方法は、画像を表しているセンサRGB信号から輝度信号を導き出すことと、輝度信号から伝達関数を得ることと、伝達関数を使用して、センサRGB信号を調整し、画像のルマを適応させることとを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

種々の実施形態が、添付の図面において、限定的にではなく、例示的に示されている。

【0012】

添付の図面に関連して後述される詳細な記述は、ルマ適応の種々の実施形態の記述として意図されており、ルマ適応が実行され得る唯一の実施形態を表わすことを意図されていない。詳細な記述は、ルマ適応を完全に理解させるために、具体的な詳細を含んでいる。しかしながら、当業者には、本発明が、これらの具体的な詳細がなくても、ルマ適応が行われ得ることが明らかであるだろう。幾つかの例において、ルマ適応の概念を不明瞭にするのを避けるために、周知の構造および構成要素がブロック図の形で示されている。

【0013】

図1は、移動端末内へ組み込まれたデジタルカメラに適したデジタル画像処理を示す概念ブロック図である。移動端末は、無線電話、パーソナル デジタル アシスタント (personal digital assistant, PDA)、ラップトップ コンピュータ、または何か他の移動無線デバイスであり得る。レンズ(図示されていない)は、画像の焦点を画像センサ102に合わせるのに使用され得る。画像センサ102は、電荷結合素子(charge-coupled device, CCD)、相補形金属酸化膜半導体(complimentary metal oxide semiconductor, CMOS)画像センサ、または何か他の適切な画像センサであり得る。画像センサ102の少なくとも1つの実施形態では、半導体の配列が、画像の異なる画素の光を捕らえるのに使用され得る。画像センサ102の前に位置する色フィルタ配列(color filter array, CFA)(図示されていない)は、1つの色(すなわち、赤、緑、または青)を各半導体へ通すのに使用され得る。最も一般的なCFAは、RGBおよびCMYGのパターンである。画像センサ102によって生成されたセンサ信号は、前処理モジュール104に与えられ、ここで、それらは、静止画像およびビデオ圧縮器106への入力として最大RGB解像度を得るために、デモザイク(demosaic)される。静止画像およびビデオ圧縮器106は、JPEGの圧縮、または何か他の適切な圧縮アルゴリズムを使用し得る。

【0014】

10

20

30

40

50

図2は、前処理モジュールの機能を示す概念ブロック図である。前処理モジュール104は、人間の視覚系の反応と、画像センサ102によって生成されたセンサ信号との差を補償するのに使用され得る。これらの差は、例えば、ルマ適応、デモザイク化、白バランス、色補正、ガンマ調整、および色変換を含む種々の処理技術を使用して補正され得る。これらのプロセスは、図2において別個の処理モジュールとして表わされているが、その代わりに、共有のハードウェアまたはソフトウェアプラットフォームを使用して行われてもよい。

【0015】

図2を参照すると、ルマ適応プロセッサ202は、センサRGB信号にルマ適応を適用するのに使用され得る。ルマを適応させられたRGB信号は、色補間装置204に与えられ得る。色補間装置204は、補間プロセスによって、センサRGB信号を最大解像度のRGB信号に変換するのに使用され得る。最大解像度のRGB信号は、画像の全画素において、赤、緑、および青の色情報を与える。白バランスおよび色補正モジュール206のモジュールは、照度の異なる色温度と、センサによって生じる色差とを補償するのに使用され、ガンマ調整モジュール208は、例えば、移動端末のディスプレイ(図示されていない)によって取り込まれた非線形の影響を補償するのに使用され得る。色変換モジュール210は、非線形の(ガンマ補正された)R'G'B'信号を、ルマ(Y')およびクロマ(C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>)信号に変換することによって、画像のダウンストリームを送信するのに必要とされるデータ容量を低減するのに使用され得る。したがって、ルマ信号の全帯域幅が維持されているときは、クロマ信号をサブサンプリングすることによって、色のディテールを低減することができる。

【0016】

図3は、ルマプロセッサの機能を示す概念ブロック図である。ルマプロセッサ202は、前処理モジュール104(図2参照)内へ組み込まれ、前処理モジュール104内のマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ(digital signal processor, DSP)、または何か他のハードウェアベースの処理エンティティまたはソフトウェアベースの処理エンティティ、あるいはこの両者で実施され得る。ルマ適応プロセッサ202は、図2において前処理モジュール104の一部として示されているが、前処理モジュール104と通信するスタンドアロンプロセッサで実施されてもよい。スタンドアロンプロセッサは、マイクロプロセッサ、DSP、プログラマブル論理、または専用ハードウェアであり得る。その代わりに、ルマプロセッサ202の機能が、前処理モジュール104内の任意の数の処理エンティティ、または移動端末内の他の処理エンティティ、あるいはこの両者間で分散されてもよい。

【0017】

図3を参照すると、輝度変換器302は、センサRGB信号から輝度(Y)信号を導き出すのに使用され得る。画像の全画素に対する輝度(Y)信号は、式(1)に示されているように、隣接する3×3のRGB信号を変換することによって得られ得る。

【数1】

$$Y = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 & s_3 \\ s_4 & \bar{s} & s_5 \\ s_6 & s_7 & s_8 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1/16 & 1/8 & 1/16 \\ 1/8 & 1/4 & 1/8 \\ 1/16 & 1/8 & 1/16 \end{bmatrix} \quad (1)$$

なお、 $\bar{s}$ は、目的のRGB信号であり、

$s_1$ ないし $s_8$ は、隣接する3×3のRGB信号である。

10

20

30

40

## 【数 2】

例えば、中心画素がBであり、その隣接画素が、 $\begin{bmatrix} R & G & R \\ G & B & G \\ R & G & R \end{bmatrix}$  のように配置されて

いるとき、対応するYの値は、

$$Y = \frac{1}{4}R + \frac{1}{2}G + \frac{1}{4}B \quad (2)$$

10

になる。

## 【数 3】

$\begin{bmatrix} B & G & B \\ G & R & G \\ B & G & B \end{bmatrix}$  のように、中心画素がRであるか、または  $\begin{bmatrix} G & B & G \\ R & G & R \\ G & B & G \end{bmatrix}$  のように、中心画

20

素がGであるとき、対応するYの値は、同様に式(2)にしたがう。

## 【0018】

ルマ適応モジュール304は、暗領域および明領域における画像のディテールを回復するのに使用され得る。少なくとも1つの実施形態において、ルマ適応は、ヒストグラムモデル化技術によって行われ得る。“ヒストグラム”とは、各輝度またはグレイスケールレベルの画像の画素数を示す画像のプロットである。ヒストグラムにおけるピークは、画像内のより一般的な(more common)輝度レベルを表わし、ピーク間の谷は、画像内のより一般的でない(less common)輝度レベルを表わす。比較的暗い環境における光源のヒストグラムの例が、図4に示されている。画像のヒストグラムは、暗領域および白領域において、ピークを示すが、中間レベルのグレイ領域では、比較的フラットである。このヒストグラムにおいて、グレイスケールが十分に利用されていないことは明らかである。グレイスケールは、ピーク区域においてグレイスケールレベルを拡散し、谷においてそれらを圧縮することによって、より良く利用され、画像全体にわたる輝度分布がより均等になる。このプロセスは、“ヒストグラムの等化”と呼ばれる。

30

## 【0019】

図3に戻って、ルマ適応モジュール304は、ヒストグラム等化プロセスを採用し、入力画像における輝度信号を再割り当てし、出力画像が、輝度信号の比較的均一な分布(すなわち、フラットなヒストグラム)を含むようにする。これは、元の画像において知覚できなかった暗領域および白領域内のディテールを見ることを可能にする。元の画像の伝達関数を使用して、輝度信号を再割り当てすることができる。伝達関数生成器306を使用して、元の画像のヒストグラムの累積関数を生成し、それをルマ適応モジュール304に伝達関数として与えることができる。

40

## 【0020】

図5は、図4に示されているヒストグラムの累積関数を表わす伝達関数の例を示すグラフである。画像のヒストグラム502は、暗領域および白領域においてピークで示されているが、中間レベルのグレイ領域では、比較的フラットである。ヒストグラム502の累積関数504は、入力画像の輝度信号と出力画像の輝度信号とをグラフにした曲線によって表わされ得る。曲線の傾斜は、特定の輝度レベルをもつ元の画像内の画素数に比例して変化する。すなわち、曲線は、ヒストグラムがピークであるグレイスケールの黒領域および白領域において、急峻な傾斜をもち、中間レベルのグレイ領域において、フラットな傾斜を

50

もつ。

【 0 0 2 1 】

図 6 は、伝達関数を使用して、ヒストグラム等化プロセスを示した別のグラフである。伝達関数は、図 4 のヒストグラム 502 の累積関数 504 である。ヒストグラム 502 の黒領域内の参照番号 604 と 606 との間の輝度信号をもつ入力画像内の全画素は、等化されたヒストグラム 602 における参照番号 604' と 606' との間のより広い範囲に再割り当てされる。同様に、ヒストグラム 502 の白領域内の参照番号 608 と 610 との間の輝度信号をもつ入力画像内の全画素は、等化されたヒストグラム 602 における参照番号 608' と 610' との間のより広い範囲に再割り当てされる。等化されたヒストグラム 602 は、必要に応じて、より大きいダイナミックレンジを、グレイスケールの黒領域および白領域に割り振る。比較的少数の画素が存在する中間レベルのグレイ部分は、ダイナミックレンジのより小さい部分を割り振られる。

10

【 0 0 2 2 】

図 3 に戻って、ヒストグラムの等化は、人間の眼の反応により良く近付けるために、輝度信号の対数分布に基づき得る。対数変換器 308 は、輝度信号を線形領域から対数領域に変換するのに使用され得る。伝達関数生成器 306 は、対数の輝度信号のヒストグラムの累積関数を生成するのに使用され得る。次に、得られた伝達関数は、ルマ適応モジュール 304 内のヒストグラム等化器 314 によって使用され、対数の輝度信号を再割り当てし、画像の黒領域および白領域におけるグレイスケールのダイナミックレンジをより効率的に利用することができる。次に、再割り当てされた輝度信号は、ヒストグラム等化器 314 の出力において、対数変換器 316 によって線形領域に再び変換され得る。

20

【 0 0 2 3 】

R G B 信号調整モジュール 318 は、ルマ適応プロセッサ 202 へ入力されたセンサ R G B 信号を調整するのに使用され得る。センサ R G B 信号の入力は、輝度信号 ( $Y_{in}$ ) と、等化されたヒストグラムからの輝度信号 ( $Y_{out}$ ) との関数として調整される。この調整は、線形領域において行われ、次の式によって表わされ得る。

【 数 4 】

$$(\text{Sensor RGB signal})_{\text{Adjusted}} = \frac{Y_{\text{out}}}{Y_{\text{in}}} (\text{Sensor RGB signal}) \quad (3)$$

30

【 0 0 2 4 】

伝達関数生成器 306 の少なくとも 1 つの実施形態において、伝達関数は、全体的な画像のコントラストを制限するために、2 つのやり方で制約され得る。第 1 の制約は、ヒストグラムに適用され得る。既により詳しく記載したように、伝達関数の傾斜は、特定の輝度レベルをもつ元の画像内の画素数に比例して変化する。伝達関数の傾斜が急峻過ぎるとき、結果の画像のコントラストが大き過ぎるか、または望ましくない量の雑音が画像へ取り込まれ得る。ヒストグラムモジュール 310 は、各所与の輝度レベルに対する画素数を制限する上限 (cap) を有するヒストグラムを生成するのに使用され得る。画素数の上限を定めることによって、伝達関数の傾斜をより良く制限することができる。この構成において、各輝度レベル当たりの画素数は、次の式を満たすべきである。

40

【 数 5 】

$$f(p_i) \leq K \cdot \frac{P_{\text{TOTAL}}}{N_{\text{LEVELS}}} \quad (4)$$

【 0 0 2 5 】

なお、 $P_i$  は、グレイスケールの  $i$  番目の輝度レベルの画素数であり、  
 $P_{\text{TOTAL}}$  は、画像の総画素数であり、  
 $N_{\text{LEVELS}}$  は、グレイスケールにおける輝度レベル数であり、

50



Kは、実験定数である。

【0026】

図7は、図4のヒストグラムの累積関数に対する効果を示すグラフである。グレイスケールにわたって延在している点線702は、上限(すなわち、輝度レベル当たりの画素の最大数)を表わす。上限は、ヒストグラムの黒領域および白領域におけるピークの高さを、“h”分低減する。ピークの高さを低減すると、上限を定められたヒストグラムの累積関数を表わす曲線704によって示されているように、黒領域および白領域における伝達関数の傾斜が低減する。

【0027】

第2の制約は、伝達関数、すなわち、累積関数に適用され得る。幾つかの場合において、伝達関数は、全体的な画像のコントラストを大きくするために、グレイスケールのある領域を圧縮し得る。図4の伝達関数において圧縮が行われたグレイスケールの一部を、図8に示す。再生された画像が元の画像と同じであるとき、対数領域における点線の直線802を使用して、伝達関数を表わす。点線の直線802よりも下の伝達関数504の部分は、圧縮を示す領域を表わしている。ルマ適応の通常の目的は、シャドウのディテールを再生し、さらに加えて、明るい部分を維持すること、または元の画像のコントラストを小さくすることであるので、それらの広いダイナミックレンジの画像のコントラストをさらにより大きくするのは望ましくない。したがって、伝達関数に対する他方の制約は、再生された輝度信号が、元の画像よりも決して暗くならないように、それらを制限することであり得る。とくに、直線802よりも下の伝達関数504の部分は、直線に代えられ、直線802よりも上の伝達関数504の部分は、維持される。最終的な伝達関数は、図9に示されている。それは、図8の直線802と元の伝達関数504との組合せである。

【0028】

本明細書において開示された実施形態に関連して記載された種々の例示的な論理ブロック、モジュール、回路、素子、および/または構成要素は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(digital signal processor, DSP)、特定用途向け集積回路(application specific integrated circuit, ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(field programmable gate array, FPGA)または他のプログラマブル論理構成要素、ディスクリートなゲートまたはトランジスタ論理、ディスクリートなハードウェア構成要素、あるいは本明細書に記載されている機能を行うように設計された任意の組合せで実施または実行され得る。汎用プロセッサは、マイクロプロセッサであってもよいが、その代わりに、プロセッサは、任意の従来のプロセッサ、制御装置、マイクロコントローラ、または状態機械であってもよい。プロセッサは、計算素子の組合せ、例えば、DSPとマイクロプロセッサとの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPのコアと組合せられた1つ以上のマイクロプロセッサ、または他のこのような構成としても実施され得る。

【0029】

本明細書に開示されている実施形態に関連して記載された方法またはアルゴリズムは、ハードウェアにおいて、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールにおいて、または2つの組合せにおいて直接的に具体化され得る。ソフトウェアモジュールは、RAMメモリ、フラッシュメモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、ハードディスク、取り外し可能ディスク、CD-ROM、または当技術において知られている記憶媒体の何か他の形態の中に存在し得る。記憶媒体はプロセッサに接続され、プロセッサが記憶媒体から情報を読み出し、かつそこへ情報を書き込みことができるようにする。その代わりに、記憶媒体は、プロセッサに組み込まれてもよい。

【0030】

開示された実施形態のこれまでの記述は、当業者がルマ適応を実行するのを可能にするために与えられている。これらの実施形態に対する種々の変更は、当業者には容易に明らかになり、本明細書に定められている一般的な原理は、本明細書における教示の意図または範囲から逸脱することなく、他の実施形態に適用され得る。したがって、開示の範囲は、本明細書に示されている実施形態に制限されることを意図されているのではなく、請求

10

20

30

40

50

項に一致する全範囲にしたがい、その中で、要素を単数形で記載していることは、“1つ、および1つのみ”を意味すると具体的に記載されていないならば、“1つ、および1つのみ”であることを意味することを意図されているのではなく、むしろ、“1つ以上”であることを意味することを意図されている。当業者に知られている、または知られることになる本開示の全体を通して記載されている種々の実施形態の要素に対して構造的および機能的に同等のもの全ては、参照によって本明細書に明示的に取り入れられ、特許請求項によって含まれることを意図されている。さらに加えて、本明細書の開示は、そのような開示が特許請求項に明示的に記載されているかどうかに関わらず、公に供されることを意図されていない。特許請求項の要素は、その要素が“～のための手段 (means for)”という語句を使用して明示的に記載されているか、または方法の特許請求項の場合は、“～のためのステップ (step for)”という語句を使用して記載されていないならば、米国特許法第112条第6項の条項のもとで解釈されない。

10

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】デジタル画像処理を示す概念ブロック図。

【図2】デジタル画像処理システムにおける前処理モジュールの機能を示す概念ブロック図。

【図3】デジタル画像処理システムにおいて前処理と関係付けられるルマプロセッサの機能を示す概念ブロック図。

【図4】暗い環境における光源をもつ画像の単純化されたヒストグラムを示すグラフ。

20

【図5】図4に示されているヒストグラムの累積関数を表わす伝達関数を示すグラフ。

【図6】図5の伝達関数を使用して、ヒストグラム等化プロセスを示すグラフ。

【図7】ヒストグラムの高さが制限されたときの、図4のヒストグラムの累積関数に対する効果を示すグラフ。

【図8】図5の伝達関数の圧縮領域を示すグラフ。

【図9】圧縮領域を無くした、変更された伝達関数を示すグラフ。

【符号の説明】

【0032】

502・・・ヒストグラム、504・・・累積関数、602・・・等化されたヒストグラム、702・・・輝度レベル当たりの画素の最大数、704・・・上限を定められたヒストグラムの累積関数を表わす曲線。

30

【 図 1 】

図 1

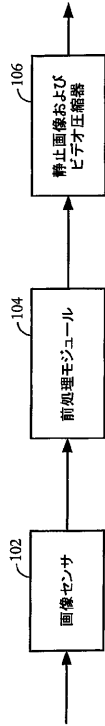


FIG. 1

【 図 2 】

図 2

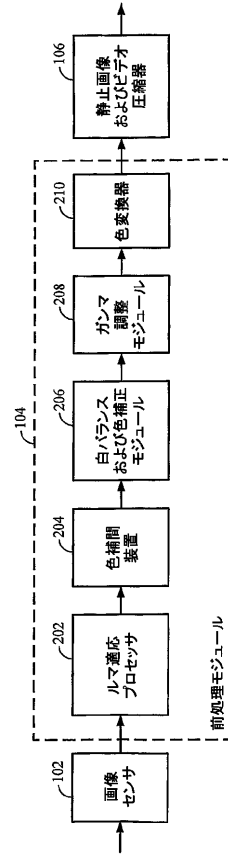


FIG. 2

【 図 3 】

図 3

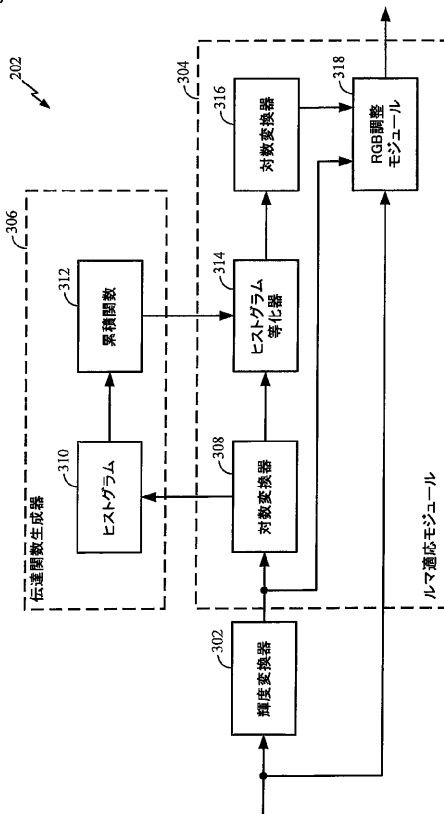


FIG. 3

【 図 4 】

図 4

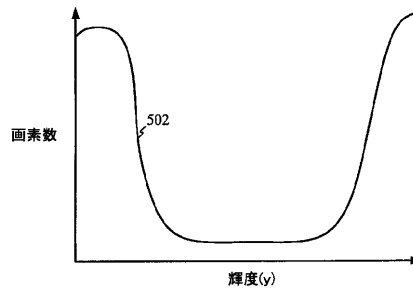


FIG. 4

【 図 5 】

図 5

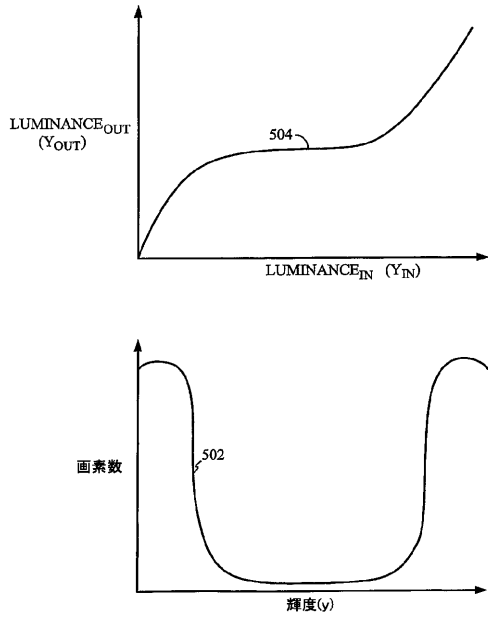


FIG. 5

【 図 6 】

図 6

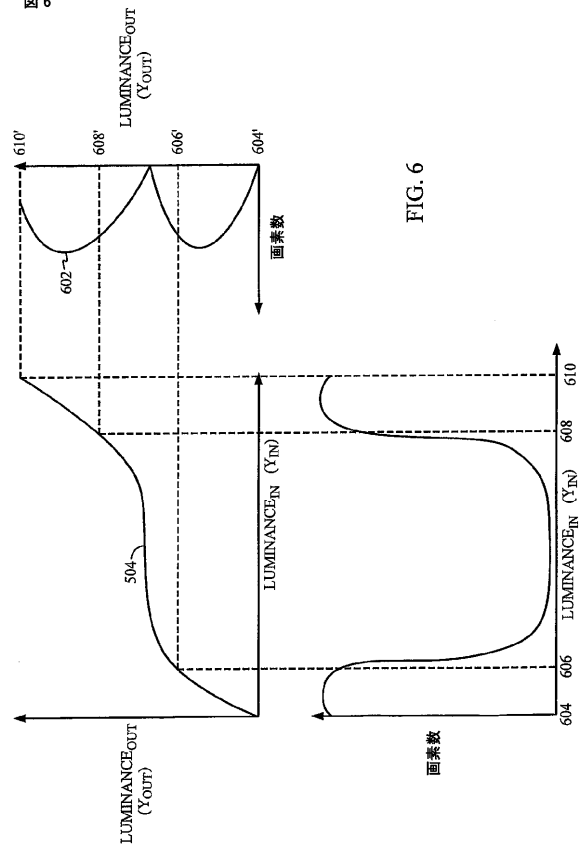


FIG. 6

【 図 7 】

図 7

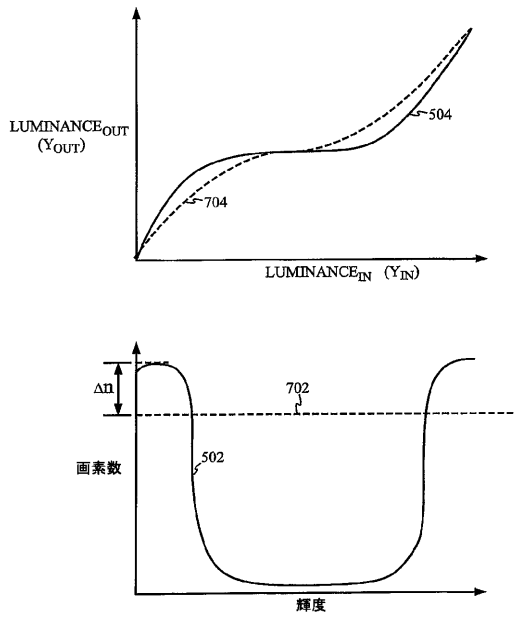


FIG. 7

【 図 8 】

図 8

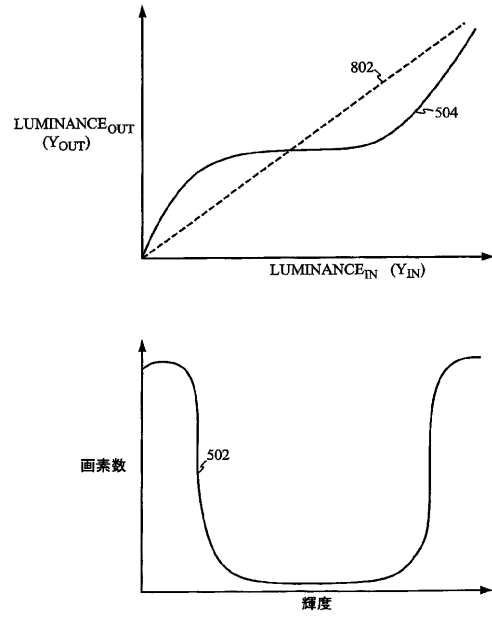


FIG. 8

【 図 9 】

図 9

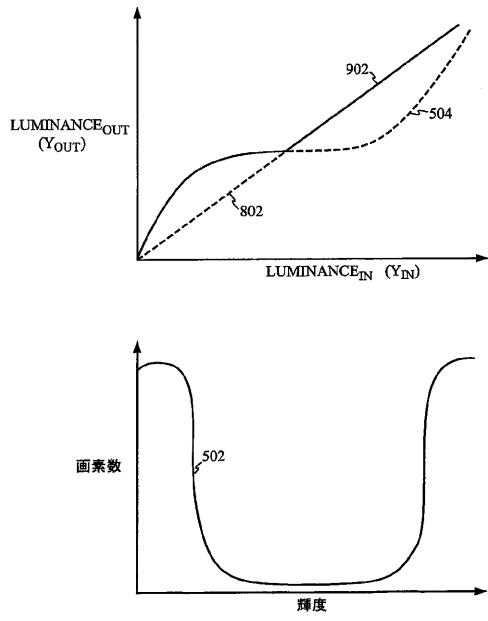


FIG. 9

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2006/002574

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04N9/04 H04N9/64		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04N G06T		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/024609 A1 (MATSUSHIMA YUKI) 28 February 2002 (2002-02-28)  paragraph [0063] - paragraph [0005] paragraph [0025] - paragraph [0028] paragraphs [0052], [0053], [0062]	1, 2, 10, 15, 16, 24, 25
X	US 2004/228522 A1 (NAKAJIMA MASATO ET AL) 18 November 2004 (2004-11-18)	1-4, 9-13, 15-19, 24-27, 29, 32
Y	paragraph [0039] - paragraph [0043]  paragraph [0091] - paragraph [0092] paragraph [0096] - paragraph [0102]  ----- -/--	5, 14, 20, 28
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance 'E' earlier document but published on or after the international filing date 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed 'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention 'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone 'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. '&' document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  16 June 2006		Date of mailing of the international search report  28/06/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Lim, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2006/002574

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/171663 A1 (KOBAYASHI SEIJI ET AL) 21 November 2002 (2002-11-21)	1-3, 6-8, 10, 11, 13, 15-17, 21-26, 29-31
Y	paragraph [0054] - paragraph [0066]  paragraph [0011]	5, 14, 20, 28
X	US 2004/066979 A1 (GINDELE EDWARD B ET AL) 8 April 2004 (2004-04-08)  paragraph [0064] - paragraph [0065] paragraph [0134] - paragraph [0135] paragraph [0082]	1-3, 5, 10, 11, 13, 15-17, 21, 24-26, 29
X	EP 1 482 724 A (STMICROELECTRONICS S.A; STMICROELECTRONICS S.R.L.) 1 December 2004 (2004-12-01) paragraph [0030] - paragraph [0036]	1, 2, 10, 15, 16, 24, 25
X	EP 0 833 501 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD) 1 April 1998 (1998-04-01)  page 8	1, 2, 10, 15, 16, 24, 25
X	US 6 111 607 A (KAMEYAMA ET AL) 29 August 2000 (2000-08-29)  column 6, line 26 - column 7, line 27	1, 2, 9-11, 15-18, 24-26, 32
X	US 2004/120599 A1 (HENLEY SHARON ALISON) 24 June 2004 (2004-06-24) paragraph [0044] - paragraph [0055]	1, 10, 15, 24
A	US 6 356 276 B1 (ACHARYA TINKU) 12 March 2002 (2002-03-12) column 5, line 38 - column 6, line 25	1, 10, 15, 24

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2006/002574

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002024609	A1	28-02-2002	NONE
US 2004228522	A1	18-11-2004	NONE
US 2002171663	A1	21-11-2002	JP 2002204373 A 19-07-2002
US 2004066979	A1	08-04-2004	EP 1465108 A1 06-10-2004 JP 2004129265 A 22-04-2004
EP 1482724	A	01-12-2004	JP 2004357277 A 16-12-2004 US 2005018923 A1 27-01-2005
EP 0833501	A	01-04-1998	CN 1183696 A 03-06-1998 JP 3187348 B2 11-07-2001 JP 10136231 A 22-05-1998 KR 200628 B1 15-06-1999 US 6078686 A 20-06-2000
US 6111607	A	29-08-2000	CN 1168596 A 24-12-1997 JP 3509448 B2 22-03-2004 JP 9331539 A 22-12-1997
US 2004120599	A1	24-06-2004	NONE
US 6356276	B1	12-03-2002	NONE



## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(74)代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72)発明者 ジャング、シャオユン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 2、サン・ディエゴ、ナンバー 3 5、デコロ・ストリート 4 1 5 8

(72)発明者 チウ、チンチュアン・アンドリュウ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 7、サン・ディエゴ、オーティロ・ウェイ 1 0 8 8 5

Fターム(参考) 5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CE17 CH01  
DA17 DC19 DC25  
5C077 LL19 MP01 MP08 NP01 PP15 PP32 PP34 PP37 PP41 PP44  
PQ19  
5C079 HB01 HB04 HB11 JA23 LA02 LA12 LA23 MA11  
5C122 DA03 DA04 EA17 EA19 FH01 FH24 HA47 HA53 HB08 HB10