

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5102370号
(P5102370)

(45) 発行日 平成24年12月19日 (2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日 (2012.10.5)

(51) Int. Cl.		F I			
H04N	1/407	(2006.01)	H04N	1/40	101E
G09G	5/10	(2006.01)	G09G	5/10	B
G09G	5/00	(2006.01)	G09G	5/00	550H
G06T	5/00	(2006.01)	G06T	5/00	100

請求項の数 27 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-543284 (P2010-543284)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成21年1月16日 (2009.1.16)		クァアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2011-514030 (P2011-514030A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成23年4月28日 (2011.4.28)		ED
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/031304		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(87) 国際公開番号	W02009/092018		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開日	平成21年7月23日 (2009.7.23)		ハウス・ドライブ 5775
審査請求日	平成22年7月20日 (2010.7.20)	(74) 代理人	100108855
(31) 優先権主張番号	61/021, 831		弁理士 蔵田 昌俊
(32) 優先日	平成20年1月17日 (2008.1.17)	(74) 代理人	100091351
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 河野 哲
(31) 優先権主張番号	12/169, 439	(74) 代理人	100088683
(32) 優先日	平成20年7月8日 (2008.7.8)		弁理士 中村 誠
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コントラスト促進のためのヒストグラム・モデリング・ベースのアルゴリズム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像をコントラスト促進するための方法であって、
 前記画像のヒストグラムを決定することと、
熱伝搬変微分方程式によって定義される伝搬特徴に従って前記ヒストグラムを拡散して、
画像処理ハードウェアで命令群を実行することによって拡散ヒストグラムを生成することと、
 前記拡散ヒストグラムを用いて、前記画像をリマップして、リマップされた画像を生成することと、
前記リマップされた画像をディスプレイに表示することと
 を備える方法。

【請求項 2】

前記拡散ヒストグラムを生成することは、
前記ヒストグラムに I F F T (逆高速フーリエ変換) を適用して変換ヒストグラムを作成することと、
前記変換ヒストグラムに関連付けられた、前記画像のコントラスト促進のための拡散ヒストグラム・モデルを推定するための推定パラメータを決定することと、
前記拡散ヒストグラム・モデルに F F T (高速フーリエ変換) を適用して前記拡散ヒストグラムを生成することと
 を備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記推定パラメータを決定することは、前記推定パラメータを構成する第 1 のパラメータおよび第 2 のパラメータのそれぞれを反復計算することにより決定することを備える請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記拡散ヒストグラム・モデルに F F T 適用して拡散ヒストグラムを生成することは、予め定められた範囲にわたって前記拡散ヒストグラムを総和することを備える請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記ヒストグラムおよび前記拡散ヒストグラムが実質的に類似した全体的特徴を有する請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 6】

前記拡散ヒストグラム・モデルに従って、マッピング関数を決定することを更に備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

ディスプレイ・デバイスのダイナミック・レンジ全体を実質的に利用するために前記画像をリマップすることを更に備える請求項 1 の方法。

【請求項 8】

前記拡散ヒストグラムを生成することは、前記熱伝搬変微分方程式を解くことを備える請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 9】

前記拡散ヒストグラムがフルスケールに達するまで、前記ヒストグラムを拡散することを備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

画像をコントラスト促進するための装置であって、
メモリと、
前記メモリに接続されたプロセッサと、
画像のヒストグラムを決定するように構成されたヒストグラム構成要素と、
熱伝搬変微分方程式によって定義される伝搬特徴に従って前記ヒストグラムを拡散して、
拡散ヒストグラムを生成するように構成された変換構成要素と、
を備え、
前記拡散ヒストグラムを用いて前記画像がリマップされる装置。

30

【請求項 11】

前記拡散ヒストグラムを生成することは、前記熱伝搬変微分方程式を解くことを備える請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記拡散ヒストグラム・モデルの推定パラメータを決定するように構成されたパラメータ推定構成要素をさらに備え、

前記変換構成要素は更に、

前記ヒストグラムに I F F T (逆高速フーリエ変換) を適用して変換ヒストグラムを生成し、

40

前記変換ヒストグラムに関連付けられた、前記画像のコントラスト促進のための拡散ヒストグラム・モデルを推定するための推定パラメータを決定し、

前記拡散ヒストグラム・モデルに F F T (高速フーリエ変換) を適用して拡散ヒストグラムを生成する、

ことによって前記ヒストグラムを拡散するように構成された請求項 10 に記載の装置。

【請求項 13】

前記パラメータ推定構成要素が、予め定められた長さを有するシリーズにわたって第 1 のパラメータおよび第 2 のパラメータを反復的に決定し、前記拡散ヒストグラム・モデルを決定するために、前記シリーズにわたって前記第 1 のパラメータが総和される請求項 1

50

2 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記変換構成要素はさらに、予め定められた範囲にわたって前記拡散ヒストグラムを総和することによって、前記拡散ヒストグラム・モデルに基づいて拡散ヒストグラムを決定するように構成された請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記拡散ヒストグラム・モデルに従ってマッピング関数が決定される請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記拡散ヒストグラムが、ディスプレイ・デバイスのダイナミック・レンジ全体を実質的に利用するように構成された請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記拡散ヒストグラムがフルスケールに達するまで前記ヒストグラムを拡散することを更に備える請求項 1 0 に記載の装置。

【請求項 1 8】

画像をコントラスト促進するためのコンピュータ読取可能命令群を備える非一時的なコンピュータ読取可能媒体であって、前記命令群は、

画像のヒストグラムを決定することと、

熱伝搬変微分方程式によって定義される伝搬特徴に従って前記ヒストグラムを拡散して、拡散ヒストグラムを生成することと、

前記拡散ヒストグラムを用いて前記画像をリマップすることと
からなる方法を実行するコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 1 9】

ディスプレイ・デバイスのダイナミック・レンジ全体を利用するために、前記画像をリマップすることを更に備える請求項 1 8 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 2 0】

前記ヒストグラムに I F F T (逆高速フーリエ変換)を適用して、変換ヒストグラムを生成し、

前記変換ヒストグラムに関連付けられた、前記画像のコントラスト促進のための拡散ヒストグラム・モデルを推定するための推定パラメータを決定し、

前記拡散ヒストグラム・モデルに F F T (高速フーリエ変換)を適用して、前記拡散ヒストグラムを生成する、

ための命令群を更に備える請求項 1 8 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 2 1】

前記推定パラメータを決定することは、

前記推定パラメータを構成する第 1 のパラメータおよび第 2 のパラメータのそれぞれを反復計算することにより決定することと、

前記拡散ヒストグラム・モデルを決定するために、前記第 1 のパラメータを前記シリーズにわたって総和することと

を備える請求項 2 0 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 2 2】

前記拡散ヒストグラム・モデルに従ってマッピング関数を決定するための命令群を更に備える請求項 2 0 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 2 3】

前記拡散ヒストグラムを生成することは、前記熱伝搬変微分方程式を解くことを備える請求項 1 8 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 2 4】

前記拡散ヒストグラムを生成することは、前記拡散ヒストグラムがフルスケールに達するまで前記ヒストグラムを拡散することを備える請求項 1 8 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能媒体。

10

20

30

40

50

【請求項 25】

画像をコントラスト促進するための装置であって、
前記画像のヒストグラムを決定する手段と、
熱伝搬変微分方程式によって定義される伝搬特徴に従って前記ヒストグラムを拡散して、
拡散ヒストグラムを生成する手段とを備え、
前記拡散ヒストグラムを用いて前記画像がリマップされる装置。

【請求項 26】

オリジナルのヒストグラムに I F F T (逆高速フーリエ変換) を適用して、変換ヒストグラムを作成する手段と、

前記変換ヒストグラムに関連付けられた、前記画像のコントラスト促進のための拡散ヒストグラム・モデルを推定するための推定パラメータを決定する手段と、

前記拡散ヒストグラム・モデルに F F T (高速フーリエ変換) を適用して、前記拡散ヒストグラムを生成する手段と

を更に備える請求項 25 に記載の装置。

【請求項 27】

前記拡散ヒストグラムを生成する手段は、前記熱伝搬変微分方程式を解くように構成された請求項 25 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【米国特許法第 119 条に基づく優先権主張】

【0001】

本特許出願は 2008 年 1 月 17 日に提出された "A Histogram-Modeling Based Algorithm for Contrast Enhancement," と題された米国特許仮出願 61/021,831 号に対する優先権を主張する。上記出願は本願の譲受人に譲渡され、参照によって本明細書に明確に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

コントラスト促進の処理は、一般的には画像のグレー・スケールあるいはインテンシティ・レベルをリマップすることを必要とするので、画像が全ての使用可能なダイナミック・レンジを占有する。最近まで、コントラスト促進はヒストグラム平坦化によって達成されていた。ここでは、ディスプレイの全ての使用可能なグレー・レベルは、画像の画素によって占有される等しい確率を有している。しかし、ヒストグラム平坦化は、しばしば画素分布を過度に広げるため、出来上がった画像は人工的な品質を有している。

【0003】

別の解決法は、コントラスト・リミテッド・ヒストグラム平坦化 (CLHE) である。ここでは、ヒストグラムの例外的なピークが切り取られることで、それらによって平坦化されたヒストグラムが支配されることが防止される。CLHE は、低、中、高レベルの、異なる視覚の感度を考慮したいくつかのバリエーションを有している。例えば、異なる領域の境界での円滑な移行を確実にするために適切な調整がなされた場合、CLHE は異なるインテンシティ領域で別々に行われる。出来上がった画像が希望のエンハンスメントを有するようにクリッピングしきい値を設定するのは、複数のしきい値が存在するため CLHE においては困難である。人的要因および先入観が処理を演じ、その処理を主観的なものにする。アルゴリズムによってしきい値を自動的に推定することが提案されているが、完全には解決に至っていない。それゆえに、CLHE はコントラスト促進の問題に対する完全な解決法ではない。

【発明の概要】

【0004】

画像コントラスト促進のためのヒストグラム・モデリング・ベース技術が、いくつかの実施例の参照を用いて説明されている。いくつかの実施例において、画像のヒストグラムが作成され、変換される。音伝搬および熱伝搬の物理的特性を用いて、この技術は拡散ヒストグラム・モデルを発展させうる。このモデルを用いて、コントラスト促進のための画

10

20

30

40

50

像をリマップするために非線形マッピングが作成されうる。この技術は、しきい値の調節なしで実行されうるし、様々なディスプレイ・ハードウェア上で実施されうる。

【 0 0 0 5 】

いくつかの実施例において、画像のコントラスト促進するための方法は、画像のヒストグラムを決定することと、ヒストグラムに変換を適用し変換ヒストグラムを作成することと、変換ヒストグラムに関連付けられた拡散ヒストグラム・モデルの推定されたパラメータを決定することと、拡散ヒストグラム・モデルに逆変換を適用し拡散ヒストグラムを作成することと、拡散ヒストグラムを用いてイメージをリマップすることを含む。

【 0 0 0 6 】

いくつかの実施例において、画像のコントラスト促進のための装置は、画像のヒストグラムを決定するヒストグラム・エンジンと、ヒストグラムの変換を決定し変換ヒストグラムを作成する変換エンジンと、変換ヒストグラムに関連付けられた拡散ヒストグラム・モデルを決定するパラメータ推定エンジンとを含む。拡散ヒストグラムを作成するために、逆変換が拡散ヒストグラム・モデルに適用されうる。拡散ヒストグラムを用いて、画像がリマップされうる。

【 0 0 0 7 】

先の記述は概要であるので、必要に応じて、簡易化、一般化および細部の省略を含む。当業者は、この概要は単に例示的であり、いかなる限定をも意図されてはいない、ということに正しく理解するだろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

先の記載の概要は、以下に続く好的な実施形態の詳細な説明と同様に、添付図面と関連付けて読まれた場合に、より理解される。例示の目的のために、図面において典型的な実施形態が示される。しかし、本開示は、開示された特定の方法および手段には限定されない。

【 図 1 】 図 1 は、画像処理のための典型的な汎用コンピューティング・デバイスのブロック図である。

【 図 2 】 図 2 は、画像のコントラスト促進のための計算上モデルの典型的なフロー図である。

【 図 3 A 】 図 3 A は、典型的なオリジナル画像を例示している。

【 図 3 B 】 図 3 B は、典型的なコントラスト促進された画像を例示している。

【 図 4 A 】 図 4 A は、図 3 B の画像を生成するために図 3 A の画像を促進するための典型的な非線形マッピング関数を例示している。

【 図 4 B 】 図 4 B は、図 3 A における画像のヒストグラムを例示している。

【 図 4 C 】 図 4 C は、図 3 B のコントラスト促進画像のヒストグラムを例示している。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

本開示の実施例によると、コントラスト促進はヒストグラム・モデリングおよびヒストグラム拡散に基づいたアルゴリズムを使用することによって達成されうる。「拡散」は音伝搬あるいは熱伝搬の物理的特性に基づいており、促進を実行するためにしきい値の調節を必要としないパラメータを決定するために使用されうる。図 1 は、本開示の態様を実現するために使用されうる動作環境の一例を示している。図 1 は、画像処理のための典型的な汎用コンピューティング・デバイスのブロック図である。デバイス 100 は、変換構成要素 115、ヒストグラム計算構成要素 120、推定構成要素 130、プロセッサ構成要素 135 および通信構成要素 140 を含む。プロセッサ 135 は、その他の構成要素の処理を実行するためにコンピューティング・プラットフォームを提供する。

【 0 0 1 0 】

変換構成要素 115 は、ヒストグラムを 1 つのドメインから、空間データの FFT (高速フーリエ変換) あるいは DCT (離散余弦変換) の場合における周波数ドメインのような、別のドメインへと変換する変換構成要素 115 は、IDCT (逆離散余弦変換) あるいは (逆

10

20

30

40

50

高速フーリエ変換)のような逆変換も実行しうる。これらの変換は、浮動小数点あるいは整数に基づいて計算されうる。

【0011】

ヒストグラム計算構成要素120は、画像のヒストグラムを決定する。画像のヒストグラムは、その画像において見られる各異なるインテンシティ値の画像における画素数を示すグラフである。8ビット・グレースケールの画像には、異なるあり得るインテンシティが256存在する。ゆえに、このヒストグラムは、256個からなる値をグラフィックに表示し、これらのグレースケール値での画素分布を示す。ヒストグラムは、赤、緑および青チャンネルの個々のヒストグラム、あるいは、その他の3D色空間の輝度およびクロミナンス・チャンネルの個々のヒストグラムのどちらかのようなカラー・イメージとしてもとられうる。ここで、各ヒストグラムは各チャンネルの画素数分布を表す。

10

【0012】

推定構成要素130は、拡散ヒストグラム・モデルの推定されたパラメータを決定しうる。拡散は物理的処理の性質を表すものであり、実質的に使用可能なダイナミック・レンジにおいてヒストグラム内にインテンシティ・レベルをリマップするために使用される。推定構成要素130は物理的処理をモデル化するために使用される、指数的に減少するシヌソイドである偏微分方程式の固有関数のパラメータも推定する。

【0013】

通信構成要素140は、外部ソース145から符号化されるデータを受信するために使用されるロジックを含む。外部ソース155は、例えば、外部メモリ、インターネット、ライブ・ビデオおよび/あるいはオーディオ・フィードであり、データを受信することは、有線通信および/あるいは無線通信を含みうる。通信構成要素140は、ネットワーク150を介して、符号化されたデータを送信するためのロジック(Tx)も含む。ネットワーク150は、電話、ケーブル、光ファイバーのような有線システム、あるいは無線システムの一部でありうる。無線通信システムの場合、ネットワーク140は、例えば、符号分割多元接続(CDMAあるいはCDMA2000)通信システムを備えうる。あるいは他の選択肢として、このシステムは、周波数分割多元接続(FDMA)システム、GSM/GPRS(一般パケット無線サービス)/EDGE(強化データGSM環境)のような時分割多元接続(TDMA)システムもしくはサービス産業のためのTETRA(地上波基幹無線)モバイル電話テクノロジー、広帯域符号分割多元接続(WCDMA)、高データ・レート(1xEV-DOあるいは1xEV-DOゴールド・マルチキャスト)・システム、あるいは一般に、技術の組み合わせを用いた任意の無線通信システムでありうる。

20

30

【0014】

デバイス100は、オーディオ・デバイス112(例えば、イヤピース、ヘッドセット)およびインプット・デバイス116(例えば、キーパッド、キーボード、スタイラス)に接続されるか、あるいは統合的にそれらを含む。外部ストレージ155は、例えば、外部RAMあるいはROM、もしくは遠隔サーバでありうる。画像データは、ディスプレイ構成要素160上で示されうるし、外部ストレージ155に格納あるいはプロセッサ構成要素135の内部メモリに格納されうる。ディスプレイ構成要素160は、ディスプレイ画面を含む、ビデオ表示ハードウェアあるいはロジックのようなパーツを含むデバイスの統合部でありうる、あるいは外部周辺機器でありうる。通信構成要素140は、外部ストレージ構成要素155あるいは表示構成要素160と画像データを通信するために使用されるロジックを含みうる。

40

【0015】

表示された画像、例えば表示構成要素190、のコンテキストにおいて、コントラスト促進は適切に露光されていない(例えば、露光されすぎ、あるいは十分に露光されていない)画像を克服するための救済策となる。適切に露光されていない画像は、使用可能なダイナミック・レンジの、少しの、限定された領域上に画素が集中しがちである。結果として、画像は暗すぎるか明るすぎるかのどちらかであり、詳細に認識できる細部はほとんどない。そのような画像のヒストグラムは、合間に占有された領域をほとんど伴わない、い

50

くつかのとがったピークによって特徴付けられる。

【 0 0 1 6 】

実施例によると、アルゴリズムは自動的で、しきい値調節あるいは人的相互作用をほとんど必要としないコントラスト促進技術を提供するために、音伝搬あるいは熱伝搬の物理的特性の原理に従う。このアルゴリズムは、リアルタイムで実施可能でありうる、又、出来上がった促進された画像は、全体的特徴という観点から、オリジナルのヒストグラムに類似したヒストグラムを有する。この促進された画像は、ディスプレイのダイナミック・レンジ全体の実質的に全てを占有するヒストグラムを有しうる。

【 0 0 1 7 】

上記に従い、適切に露光されていないヒストグラムは、コンダクタの初期温度挙動あるいは分布であると仮定し、この温度分布は規則的かつ物理的に制約されて拡散するだろう。この拡散は、温度がフルスケールに達し次第、止まりうる。この拡散処理は、しきい値調節も人的相互作用も必要としない物理的处理であるという性質を有し、又、拡散温度挙動は、拡散が物理的に強制的な処理であるため、オリジナルの挙動の特徴と酷似している。温度は自然にかつ緩やかに使用可能なフルスケールに達する。

【 0 0 1 8 】

上記は、本開示に従うコントラスト促進アルゴリズムの代表的な性質である。しかし、熱伝搬特徴を決定するために使用される偏微分方程式 (P D E) を解くことは、計算上、費用のかかることでありうる。しかし、図 2 において説明されているような手順を用いて計算されうる、熱伝搬 PDE の固有関数は、指数関数的に減少するシヌソイドである。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、画像のコントラスト促進のための計算上のモデル 2 0 0 の典型的なフロー図である。2 0 2 において、画像のヒストグラムが決定される。8 ビットのグレースケール画像では、2 5 6 からなる値をグラフィックに表示し、これらのグレースケール値での画素分布を示すヒストグラムが決定される。ヒストグラムは、赤、緑および青チャンネルの個々のヒストグラム、あるいは、その他の 3 D 色空間の輝度およびクロミナンス・チャンネルの個々のヒストグラム、のどちらかのようなカラー・イメージとしてもとられうる。ここで、各ヒストグラムは各チャンネルの画素数分布を表す。

【 0 0 2 0 】

2 0 4 において、ヒストグラムの IFFT (逆高速フーリエ変換) が決定される。この変換の出力は、等価な空間ドメインにおけるヒストグラムを表している。IFFT は、いくつかの実施例において、変換構成要素 1 1 5 によって決定される。ここで、1 6 値離散ヒストグラム $h_t(i)$ $i = 0, 1, \dots, 15$ が使用可能であり、I F F T は

【 数 1 】

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

【 0 0 2 1 】

として計算されうる。

【 0 0 2 2 】

2 0 6 において、拡散ヒストグラム・モデルのパラメータ、あるいは (PDE) の固有関数が決定される。これは、推定構成要素 1 3 0 によって実行されうる。値 $H(k)$ は、下記の反復アルゴリズムを用いてモデルを推定するために使用されうる。

10

20

30

40

【数 2】

(1) 初期化

$$a_0(0) = 1$$

$$\varepsilon_0 = H(0)$$

(2) 反復、ただし $j = 0, 1, \dots, 6$

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

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

$$\text{For } i = 1, 2, \dots, j, a_{j+1}(i) = a_j(i) + \Gamma_{j+1} a(j-i+1)$$

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

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

10

(3) 最後に、ただし $k = 0, 1, \dots, 63$

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

20

【0023】

208において、ヒストグラム・モデルのFFT（高速フーリエ変換）が決定される。FFTは以下のように、拡散ヒストグラムを決定するために使用されうる。

【数 3】

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

30

【0024】

210において、コントラスト促進のための非線形マッピングが構築される。

【数 4】

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

40

【0025】

上記において、 $hm(i)$ は、平滑関数であるので、8ビットの256ポイント・マッピング関数へと線形的に補間される。

【0026】

これは、デバイス100において、プロセッサ135上で実行する命令群によって実行させられうる。いくつかの実施例において、非線形マッピング関数を使用されうる。ここでは、処理される画像のダイナミック・レンジは、ディスプレイ・デバイスの関数を上回る。そういった場合においては、画像のもっとも明るい部分だけが、ディスプレイ画面において認識できる。非線形マッピングは、例えば、完成画像がディスプレイ上で認識でき

50

るような対数インテンシティ・マッピング（変換）関数を用いて、画素値のダイナミック・レンジを圧縮するために使用されうる。

【 0 0 2 7 】

図 3 A および図 3 B は、典型的なオリジナル画像および典型的なコントラスト促進画像を例示している。図 3 A の画像において、犬と日陰が示されているが、コントラストが乏しいために識別するのが困難である。図 3 B のコントラスト促進画像は、本明細書において説明されているコントラスト促進の実施例を用いて生成されうる。示されているように、図 3 B の画像内の細部は、促進された画像において、より認識および識別できる。

【 0 0 2 8 】

図 4 A は、典型的な非線形マッピング関数を例示している。図 4 B は、図 3 A における画像のヒストグラムを例示しており、図 4 C は、図 4 B のヒストグラムのコントラスト促進バージョンを例示している。本開示の実施例に従い、図 4 C において示されるコントラスト促進ヒストグラムおよび図 3 B において示されるようなコントラスト促進画像を生成するために、図 2 における 2 1 0 で、図 4 A における非線形マッピング関数が図 4 B のオリジナル・ヒストグラムに適用されうる。図 4 B および図 4 C のヒストグラムは、実質的に同様の全体的特徴を共有しており、図 4 C のヒストグラムは実質的に全ての使用可能なダイナミック・レンジを占有している。

【 0 0 2 9 】

このように、オリジナル・ヒストグラムと処理されたヒストグラムとの間の比較は、本開示の実施例が、総合的な全体的特徴を保ちながら、オリジナル・ヒストグラムを拡散することを示している。処理された、すなわち促進された画像はまた、オリジナル画像よりもより詳細に見える。

【 0 0 3 0 】

図 1 におけるデバイス 1 0 0 に関して、その他多くの汎用あるいは専用コンピューティング・システム、環境、および/あるいは構成の例は、P C、サーバ・コンピュータ、ハンドヘルドあるいはラップトップ・デバイス、マルチプロセッサ・システム、マイクロプロセッサをベースにしたシステム、ネットワーク P C、マイクロコンピュータ、メインフレーム・コンピュータ、埋込みシステム、上記のうちの任意のシステムあるいはデバイスを含む分散コンピューティング環境などを含むが、それらに限定はされない。

【 0 0 3 1 】

プログラム・モジュールのようなコンピュータによって実行されるコンピュータ実行可能命令群が使用されうる。一般に、プログラム・モジュールは、特定のタスクを実行、あるいは特定の抽象的データ・タイプを実現する、ルーチン、プログラム、オブジェクト、構成要素、データ構造、などを含む。分散コンピューティング環境が使用されうる。ここでは、タスクが通信ネットワークあるいはその他のデータ送信媒体を介してリンクされた遠隔処理デバイスによって実行される。分散コンピューティング環境において、プログラム・モジュールおよびその他のデータは、メモリ・ストレージ・デバイスを含む局所および遠隔コンピュータ・ストレージ・メディアの両方に位置しうる。

【 0 0 3 2 】

本明細書において説明される様々な技術が、ハードウェアあるいはソフトウェア、適切な場合にはそれら両方の組み合わせと共に実現されうる、ということが理解されるべきである。このように、ここで開示された主題による方法および装置、あるいは特定の態様もしくはその一部、はフロッピー（登録商標）・ディスクット、CD-ROM、ハード・ドライブ、あるいはその他任意の機械読取可能媒体のような有形媒体に組み込まれたプログラム・コード（命令群）の形態をとりうる。ここでは、プログラム・コードがロードされ、コンピュータのようなマシンによって実行される場合、このマシンはここに開示される主題を実現するための装置となる。プログラマブル・コンピュータ上でプログラム・コードを実行する場合、コンピューティング・デバイスは一般に、プロセッサと、（揮発性のおよび不揮発性のメモリおよび/あるいは記憶素子を含む）プロセッサによって読み取り可能な

10

20

30

40

50

ストレージ媒体と、少なくとも1つの入力デバイスと、少なくとも1つの出力デバイスを含む。

【0033】

1又は複数のプログラムは、例えば、アプリケーション・プログラミング・インタフェース(API)、再利用可能なコントロール、などを用いて、ここで開示されている主題と関連して説明される処理を実施あるいは利用しうる。このようなプログラムが、コンピュータ・システムと通信するために、ハイレベル手続き型言語あるいはオブジェクト指向プログラミング言語において実施されうる。しかし、このようなプログラムは、望まれた場合には、アセンブリ言語あるいはマシン語において実現されうる。いかなる場合においても、言語は、コンパイラ言語あるいはインタプリタ言語でありうるし、ハードウェア実施例と結合されうる。

10

【0034】

典型的な実施例は、ここで開示されている主題による態様を、1又は複数の独立型コンピュータ・システムのコンテキストにおいて利用することを適用しうる。しかし、主題はそのように限定されるのではなく、ネットワークあるいは分散コンピューティング環境のような、任意のコンピューティング環境に関連して実施されうる。更に、ここで開示される主題による態様は、複数の処理チップあるいは処理デバイスにおいて、あるいはそれらにわたって、実施されうる。又、ストレージは、複数のデバイスにわたって同様に達成されうる。このようなデバイスは、例えば、パーソナル・コンピュータ、ネットワーク・サーバ、およびハンドヘルド・デバイスを含みうる。

20

【0035】

主題は、構造上の特性および/あるいは方法における動作に特有の言語を用いて説明されているが、添付された特許請求の範囲において定義される主題が、必ずしも上記で説明される特定の特性および行為に限定されるわけではない、ということが理解されるべきである。そうではなく、上記で説明される特定の特性および動作は、請求項を実現する形態の例として開示される。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

【C1】

画像をコントラスト促進するための方法であって、
前記画像のヒストグラムを決定することと、
前記ヒストグラムに変換を適用し変換ヒストグラムを作成することと、
前記変換ヒストグラムに関連付けられた拡散ヒストグラム・モデルの推定パラメータを決定することと、
前記拡散ヒストグラムに逆変換を適用し拡散ヒストグラムを作成することと、
前記拡散ヒストグラムを用いて、画像をリマップすることと
を備える方法。

30

【C2】

偏微分方程式に関連付けられた固有関数の推定パラメータを決定することを更に備える
C1の方法。

【C3】

前記変換に従って、前記拡散ヒストグラム・モデルの推定パラメータを決定することを更に備えるC1の方法。

40

【C4】

予め定められた長さを有するシリーズにわたって第1のパラメータおよび第2のパラメータを反復的に決定することを更に備えるC3の方法。

【C5】

第2の予め定められた長さを有する第2のシリーズにわたって前記拡散ヒストグラムを総和することによって前記変換された拡散ヒストグラムを決定することを更に備えるC4に記載の方法。

【C6】

50

前記ヒストグラムおよび前記拡散ヒストグラムが実質的に類似した全体的特徴を有する
C 1 に記載の方法。

[C 7]

前記拡散ヒストグラム・モデルに従って、マッピング関数を決定することを更に備える
C 1 に記載の方法。

[C 8]

ディスプレイ・デバイスのダイナミック・レンジ全体を実質的に利用するために前記画
像をリマップすることを更に備える C 1 の方法。

[C 9]

前記拡散ヒストグラムが、コンダクタ内の熱伝搬あるいは音伝搬の性質を推定する C 1
に記載の方法。

10

[C 1 0]

画像をコントラスト促進するための装置であって、
前記画像のヒストグラムを決定するヒストグラム・エンジンと、
変換ヒストグラムを決定する変換エンジンと、
前記変換ヒストグラムに関連付けられた拡散ヒストグラム・モデルを決定するパラメー
タ推定エンジンとを備え、
拡散ヒストグラムを作成するために前記ヒストグラム・モデルに逆変換が適用され、前
記拡散ヒストグラムを用いて前記画像がリマップされる装置。

20

[C 1 1]

前記パラメータ推定エンジンが、予め定められた長さを有するシリーズにわたって第 1
のパラメータおよび第 2 のパラメータを反復的に決定し、前記拡散ヒストグラム・モデル
を決定するために、前記シリーズにわたって前記第 1 のパラメータが総和される C 1 0 に
記載の装置。

[C 1 2]

第 2 の予め定められた長さを有する第 2 のシリーズにわたって前記拡散ヒストグラムを
総和することによって、変換された拡散ヒストグラムが決定される C 1 1 に記載の装置。

[C 1 3]

前記拡散ヒストグラム・モデルに従ってマッピング関数が決定される C 1 1 に記載の装
置。

30

[C 1 4]

前記画像が、ディスプレイ・デバイスのダイナミック・レンジ全体を実質的に利用す
るために、リマップされる C 1 1 に記載の装置。

[C 1 5]

前記拡散ヒストグラムが、コンダクタ内の物理的伝搬の性質を推定する C 1 1 に記載の
装置。

[C 1 6]

画像をコントラスト促進するためのコンピュータ読取可能命令群を備えるコンピュータ
読取可能媒体であって、前記命令群は、
前記画像のヒストグラムを決定することと、
前記ヒストグラムに変換を適用し変換ヒストグラムを作成することと、
前記変換ヒストグラムに関連付けられた拡散ヒストグラム・モデルの推定パラメータを
決定することと、
前記拡散ヒストグラム・モデルに逆変換を適用し拡散ヒストグラムを作成することと、
前記拡散ヒストグラムを用いて前記画像をリマップすることと
からなる方法を実行するコンピュータ読取可能媒体。

40

[C 1 7]

前記変換に従う拡散ヒストグラム・モデルの前記推定パラメータを決定するための命令
群を更に備える C 1 6 に記載のコンピュータ読取可能媒体。

[C 1 8]

50

予め定められた長さを有するシリーズにわたって第1のパラメータおよび第2のパラメータを反復的に決定することと、

前記拡散ヒストグラム・モデルを決定するために、前記第1のパラメータを前記シリーズにわたって総和することのための命令群を更に備えるC16に記載のコンピュータ読取可能媒体。

[C19]

前記拡散ヒストグラム・モデルに従ってマッピング関数を決定するための命令群を更に備えるC16に記載のコンピュータ読取可能媒体。

[C20]

ディスプレイ・デバイスのダイナミック・レンジ全体を利用するために、前記画像をリマップすることを更に備えるC16に記載のコンピュータ読取可能媒体。

[C21]

画像をコントラスト促進するための装置であって、

前記画像のヒストグラムを決定する手段と、

変換ヒストグラムを決定する手段と、

前記変換ヒストグラムに関連付けられた拡散ヒストグラム・モデルを決定する手段とを備え、

前記拡散ヒストグラム・モデルに逆変換を適用し拡散ヒストグラムを作成し、前記拡散ヒストグラムを用いて前記画像がリマップされる装置。

10

【図1】

図1

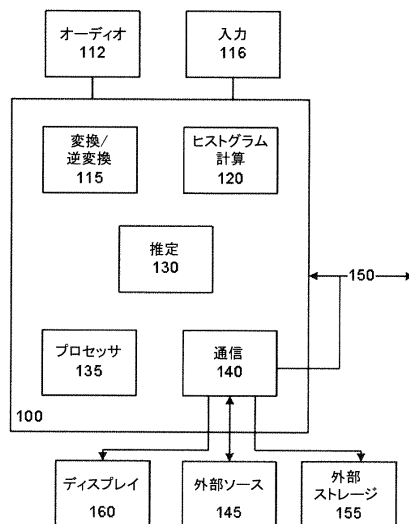


FIG. 1

【図2】

図2

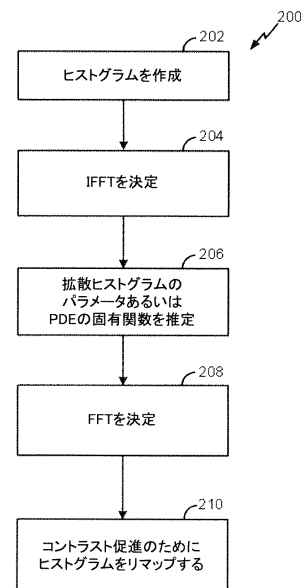


FIG. 2

【図 3 A】

図 3A



FIG. 3A

【図 3 B】

図 3B

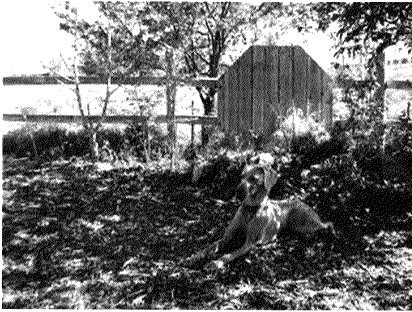


FIG. 3B

【図 4 C】

図 4C

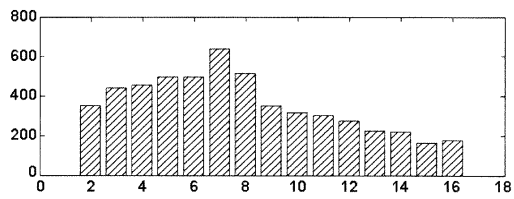


FIG. 4C

【図 4 A】

図 4A

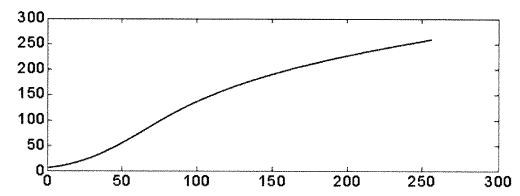


FIG. 4A

【図 4 B】

図 4B

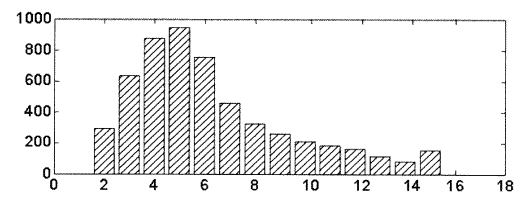


FIG. 4B

フロントページの続き

- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (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 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 チ、インギョン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75

審査官 大室 秀明

- (56)参考文献 特開2003-281527(JP,A)
特開平07-240166(JP,A)
特開平08-329241(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/407
G06T 5/00