

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5156022号
(P5156022)

(45) 発行日 平成25年3月6日 (2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月14日 (2012.12.14)

(51) Int. Cl.

H04N 9/07 (2006.01)

F I

H04N 9/07

A

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-536240 (P2009-536240)
 (86) (22) 出願日 平成19年10月29日 (2007.10.29)
 (65) 公表番号 特表2010-509841 (P2010-509841A)
 (43) 公表日 平成22年3月25日 (2010.3.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/022780
 (87) 国際公開番号 W02008/063351
 (87) 国際公開日 平成20年5月29日 (2008.5.29)
 審査請求日 平成22年9月29日 (2010.9.29)
 (31) 優先権主張番号 11/558,571
 (32) 優先日 平成18年11月10日 (2006.11.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 510188975
 オムニビジョン テクノロジーズ, イン
 コーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア, サン
 タ クララ, パートン ドライブ 42
 75
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100102990
 弁理士 小林 良博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パンクロマチックおよびカラーの画像のノイズ低減

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノイズが低減されたデジタルカラー画像を生成する方法であって、

(a) パンクロマチック画素および少なくとも2つのカラー光応答に対応するカラー画素を有する画像を提供するステップ；

(b) 前記画像からパンクロマチック画像を提供し、当該パンクロマチック画像を補間してフル解像度パンクロマチック画像をもたらしステップ；および

(c) 前記フル解像度パンクロマチック画像および近隣の同じカラー画素の値を使用して、ノイズが低減されたカラー画素を生成させ、このステップを各カラー画素に対して繰り返し、ノイズが低減されたデジタルカラー画像を生成するステップ；

を含み、ステップ(c)がi) 前記ノイズが低減されたカラー画素を補間して補間カラー画素を生成することによりノイズが低減されたデジタルカラー画像をもたらしことをさらに含み、ステップi)の前に、フル解像度パンクロマチック画像における全てのパンクロマチック値のノイズを低減させて、ノイズが低減されたフル解像度パンクロマチック画像を生成することをさらに含む、方法。

【請求項 2】

ノイズが低減されたデジタルカラー画像に対してさらにノイズ低減をもたらし、ノイズが低減された最終的なデジタルカラー画像を生成することをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

10

20

ステップ (a) が、レッド、グリーンおよびブルーの感光性を有するカラー画素を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

ステップ (a) が、シアン、マゼンタおよびイエローの感光性を有するカラー画素を含む、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、概して、パンクロマチック画素およびカラー画素を有する画像からフルカラーのノイズが低減されたフル解像度画像を生成するデジタル画像処理操作の分野に関する。

10

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

最も一般的でしばしば必須とされる画像処理操作の 1 つはノイズの低減である。ノイズの低減は、特に、不十分な照明条件下で捕捉されたであろうデジタルスチルカメラ画像およびデジタルビデオカメラ画像に当てはまる。最適な照明条件に満たない条件下でのデジタル画像キャプチャに対処する 1 つの方法は、低いまたは不十分なシーン照明に対して特に感受性の高い 1 または 2 以上のカラーチャネルを得るか合成することである。高い感光性を有するチャネルから得られたデータは、付随する標準カラーチャネルに由来するデータのその後の画像処理を支援するために一般的に使用される。ノイズの低減は、この付加的な画像データから利点を得るための主要な候補である。多数の例が文献にある。米国特許第 6, 6 4 6, 2 4 6 号 (G i n d e l e ら) には、低速および高速画素を有する拡張ダイナミックレンジカラーフィルターアレイ (C F A) パターンを使用すること、低速画素データのみを使用して低速画素データをノイズ除去すること、および高速画素データのみを使用して高速画素データをノイズ除去することが教示されている。この方法では、各カラーチャネルが高速チャネルおよび低速チャネルに細分されるために画像解像度を犠牲にしてノイズの低減が達成され、その後の合併により、対処しようとしている原ノイズよりも問題のある画像処理アーチファクトを生じうる。米国特許第 7, 0 6 5, 2 4 6 号 (X i a o m a n g ら) は、直接検出したカラーチャネルデータ、この場合にはシアン、マゼンタ、イエローおよびグリーンから輝度信号を構築するという点で、多くの類似の開示された発明の代表的なものである。構築された輝度の高周波数成分は、原カラーチャネル信号の高周波数成分を置き換えて画像データの全体的なノイズ低減をもたらすために使用される。幾分効果的であるが、この方法の主な不都合な点は、合成される輝度チャネルがノイズの多いカラーチャネルから構築され、本質的に等しいノイズの多い合成チャネルをもたらすことである。

20

30

【 0 0 0 3 】

より好ましい方法が米国特許第 5, 2 6 4, 0 2 4 号 (C o k) に提案されている。C o k は、各画素位置でのレッド、グリーン、ブルーおよび輝度の値を直接測定することを提案している。対応するレッド、グリーンおよびブルーのデータよりも本質的にノイズが少ないようにされた高周波数輝度データを使用して上記の高周波数レッド、グリーンおよびブルーデータを置き換え、ノイズが除去されたレッド、グリーンおよびブルーの信号を生成させる。デジタルスチルカメラおよびデジタルビデオカメラの大多数は 1 画素あたり 1 つのカラーチャネルを検出するだけの C F A を備えた 1 つのセンサーを使用するために、かかる系では C o k の方法を直接実施することはできない。

40

【 0 0 0 4 】

X i a o m a n g および C o k は輝度信号について記載しているが、人間の視覚系の輝度チャネルに対応する測光感度を有するチャネルは不必要に限定的である。より有用な信号は、人間の視覚系の輝度チャネルにわたる全波長で高い感度を有するより一般的なパンクロマチックチャネルにより捕捉できるものである。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第6,646,246号明細書

【特許文献2】米国特許第7,065,246号明細書

【特許文献3】米国特許第5,264,924号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、パンクロマチック画素およびカラー画素を有するデジタル画像からノイズが低減されたフル解像度のフルカラー画像を生成することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

この目的は、ノイズが低減されたデジタルカラー画像を生成する方法であって、

(a) パンクロマチック画素および少なくとも2つのカラー光応答に対応するカラー画素を有する画像を提供するステップ；

(b) 前記画像からパンクロマチック画像および少なくとも1つのカラー画像を提供するステップ；および

(c) 前記パンクロマチック画像およびカラー画像を使用して、ノイズが低減されたデジタルカラー画像を生成するステップ；

を含む方法により達成される。

20

本発明の1つの特徴は、パンクロマチック画素およびカラー画素を有するセンサーにより低照明条件下で画像を捕捉でき、処理によってパンクロマチック画素およびカラー画素から生じたフルカラー画像におけるノイズを低減することである。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本発明を実施するための、デジタルカメラを含むコンピュータシステムの概略図である。

【図2】図2は、本発明の好ましい一実施態様のブロック図である。

【図3】図3は、本発明の別の一実施態様のブロック図である。

【図4】図4は、本発明の別の一実施態様のブロック図である。

30

【図5】図5は、本発明の別の一実施態様のブロック図である。

【図6】図6は、図2のブロック202において使用される画素の領域である。

【図7】図7は、図2のブロック206において使用される画素の領域である。

【図8】図8は、図3のブロック210において使用される画素の領域である。

【図9】図9は、図4のブロック204において使用される画素の領域である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下の説明では、通常はソフトウェアプログラムとして実現であろうものによって、本発明の好ましい一実施態様を説明する。当業者は、かかるソフトウェアの等価物もハードウェア中に構成できることを容易に理解するであろう。画像操作のアルゴリズムおよびシステムは公知であるため、ここでの説明は、特に、本発明に係るシステムおよび方法の部分を構成する、あるいは、本発明に係るシステムおよび方法とより直接的に協働するアルゴリズムおよびシステムに対して行うことにする。かかるアルゴリズムおよびシステムの別の側面、並びにそれに関連する画像信号を生成させるためやその他の処理のためのハードウェアおよびソフトウェアは、本明細書に具体的に提示または記載していないが、当該技術分野で知られているかかるシステム、アルゴリズム、成分および要素から選択することができる。以下の材料で本発明に係るシステムを仮定した場合に、本明細書に具体的に提示、提案または記載していないが、本発明の実施に有用なソフトウェアは、従来からある一般的なものであり、当業者の知識の範囲内である。

40

【0010】

50

さらに、本明細書では、コンピュータプログラムは、コンピュータの読み取り可能な記憶媒体に記憶させることができる。コンピュータの読み取り可能な記憶媒体としては、例えば、磁気記憶媒体、例えば磁気ディスク（ハードドライブやフロッピー（登録商標）ディスクなど）や磁気テープなど；光学的記憶媒体、例えば光ディスク、光テープ、機械で読み取り可能なバーコード）など；固体電子記憶装置、例えばランダムアクセスメモリ（RAM）、読み出し専用メモリ（ROM）など；またはコンピュータプログラムの記憶に用いられる他の任意の物理的な装置または媒体などがある。

【0011】

本発明を説明する前に、よく知られた任意のコンピュータシステム（例えばパーソナルコンピュータ）で本発明が利用できるように留意すると、本発明の理解が容易になる。従って、本明細書では、コンピュータシステムについては詳細に説明しない。画像は、コンピュータシステムに直接入力（例えばデジタルカメラによって）されるか、あるいは、コンピュータシステムに入力される前にデジタル化（例えばハロゲン化銀フィルムなどのオリジナルを走査することによって）されることに留意することも有益である。

【0012】

図1を参照すると、本発明を実施するためのコンピュータシステム110が示されている。コンピュータシステム110は好ましい一実施態様を説明するために示しているが、本発明は、図示したコンピュータシステム110に限定されることはなく、家庭用コンピュータ、キオスク、リテールまたは大規模な写真仕上げなどで見られる電子処理システムや、デジタル画像を処理するための他の任意のシステムで利用できる。コンピュータシステム110は、ソフトウェアプログラムを格納してそのソフトウェアプログラムによる処理を行なうため、および、他の処理機能を実行するためのマイクロプロセッサをベースとしたユニット112を備える。ディスプレイ114は、例えばグラフィカルユーザーインターフェイスによって、そのソフトウェアに関係するユーザー関連情報を表示するために、マイクロプロセッサをベースとしたユニット112に電氣的に接続されている。ユーザーがソフトウェアに情報を入力することができるように、キーボード116もマイクロプロセッサをベースとしたユニット112に接続されている。当該技術分野でよく知られているように、入力にキーボード116を使用する代わりにマウス118を用いてディスプレイ114上のセクタ120を移動させ、そのセクタ120を重ね合わせたアイテムを選択することもできる。

【0013】

ソフトウェアプログラムおよび他の情報を入力する手段をマイクロプロセッサをベースとしたユニット112に備えるために、コンパクトディスク - 読み出し専用メモリ（CD-ROM）124（典型的にはその中にソフトウェアプログラムが格納されている）をマイクロプロセッサをベースとしたユニット112に挿入する。さらに、フロッピー（登録商標）ディスク126がソフトウェアプログラムを格納することもでき、その場合にはソフトウェアプログラムを入力するためのマイクロプロセッサをベースとしたユニット112にフロッピー（登録商標）ディスクを挿入する。代わりに、コンパクトディスク - 読み出し専用メモリ（CD-ROM）124またはフロッピー（登録商標）ディスク126は、マイクロプロセッサをベースとしたユニット112に接続された外付けディスクドライブユニット122に挿入することもできる。さらに、当該技術分野でよく知られているようにマイクロプロセッサをベースとしたユニット112にプログラムしてソフトウェアプログラムを内部的に記憶させることもできる。マイクロプロセッサをベースとしたユニット112は、外部ネットワーク（例えばローカルエリアネットワークやインターネット）へのネットワーク接続127（例えば電話線）も備えることができる。コンピュータシステム110からの出力のハードコピーをプリントするために、マイクロプロセッサをベースとしたユニット112にプリンタ128を接続することもできる。

【0014】

画像は、電子的な形態のデジタル化画像を収容しているパーソナルコンピュータカード（PCカード）130（例えば以前から知られているPCMCIAカード（パーソナル

10

20

30

40

50

コンピュータメモ리카ード国際協会の仕様に基づく))を通じてディスプレイ114に表示することもできる。ディスプレイ114上に画像を視覚的に表示することができるように、PCカード130は最終的にマイクロプロセッサをベースとしたユニット112に挿入される。あるいは、PCカード130は、マイクロプロセッサをベースとしたユニット112に接続された外付けPCカード読取機132に挿入することもできる。画像は、コンパクトディスク124、フロッピー(登録商標)ディスク126、またはネットワーク接続127を通じて入力することもできる。PCカード130、フロッピー(登録商標)ディスク126もしくはコンパクトディスク124のいずれかに記憶されたいかなる画像、またはネットワーク接続127を通じて入力されるいかなる画像も、さまざまな供給源(例えばデジタルカメラ(図示せず)またはスキャナー(図示せず))から得られたものであることができる。画像は、マイクロプロセッサをベースとしたユニット112に接続されたカメラドッキングポート136を通じてデジタルカメラ134から直接入力でき、またはケーブル接続138を通じてデジタルカメラ134からマイクロプロセッサをベースとしたユニット112に直接入力でき、あるいは無線接続140を通じてマイクロプロセッサをベースとしたユニット112に入力できる。

【0015】

本発明によれば、希薄な画像(sparse populated images)を補間するために、アルゴリズムをこれまでに述べた記憶装置のいずれかに記憶させ、画像に適用することができる。

【0016】

図2は、好ましい実施態様の高レベル図である。デジタルカメラ134は、デジタルのレッド-グリーン-ブルー-パンクロマチック(RGBP)カラーフィルタアレイ(CFA)原画像200(デジタルRGBP CFA画像またはRGBP CFA画像ともいう)の生成に関わる。以下の説明では、この時点で、レッド-グリーン-ブルー-パンクロマチックの代わりに他のカラーチャネルの組合せ、例えばシアン-マゼンタ-イエロー-パンクロマチックなどを使用できることを注記しておく。重要な事項はパンクロマチックチャネルを含むということである。この画像は、まばらにサンプリングされた画像(sparse sampled image)と見なされる。なぜなら、当該画像中の各画素が、レッド、グリーン、ブルーまたはパンクロマチックのデータのうちの1つの画素値のみを含むからである。パンクロマチック画像補間ブロック202は、フル解像度パンクロマチック画像204を生成する。画像処理チェーンのこの時点で、各カラー画素位置は、パンクロマチック値と、レッド、グリーンまたはブルー値のいずれかと関連付けられている。フル解像度パンクロマチック画像の助けによって、レッド、グリーンおよびブルーの画素値と関連付けられたノイズをRGBP CFA画像ノイズ低減ブロック210において低減して、ノイズ低減RGBP CFA画像212を生成させる。その後、RGBP CFA画像補間ブロック214は、ノイズ低減フル解像度フルカラー画像226を生成する。

【0017】

図3は、第2の好ましい実施態様の高レベル図である。デジタルカメラ134は、デジタルのレッド-グリーン-ブルー-パンクロマチック(RGBP)カラーフィルタアレイ(CFA)原画像200(デジタルRGBP CFA画像またはRGBP CFA画像ともいう)の生成に関わる。以下の説明では、この時点で、レッド-グリーン-ブルー-パンクロマチックの代わりに他のカラーチャネルの組合せ、例えばシアン-マゼンタ-イエロー-パンクロマチックなどを使用できることを注記しておく。重要な事項はパンクロマチックチャネルを含むということである。この画像は、まばらにサンプリングされた画像と見なされる。なぜなら、当該画像中の各画素が、レッド、グリーン、ブルーまたはパンクロマチックデータのうちの1つの画素値のみを含むからである。パンクロマチック画像補間ブロック202は、フル解像度パンクロマチック画像204を生成する。画像処理チェーンのこの時点で、各カラー画素位置は、パンクロマチック値と、レッド、グリーンまたはブルー値のいずれかと関連付けられている。フル解像度パンクロマチック画像の助けによって、レッド、グリーンまたはブルーの画素値と関連付けられたノイズをR G

10

20

30

40

50

B C F A 画像ノイズ低減ブロック 2 1 0 において低減して、ノイズ低減 R G B C F A 画像 2 1 2 を生成させる。その後、R G B C F A 画像補間ブロック 2 1 4 は、ノイズ低減フル解像度フルカラー画像 2 1 6 を生成する。最後に、フル解像度フルカラーノイズ低減ブロック 2 1 8 は、最終的なノイズ低減フル解像度フルカラー画像ブロック 2 2 4 を生成する。

【 0 0 1 8 】

図 4 は、好ましい一実施態様の高レベル図である。デジタルカメラ 1 3 4 は、デジタルのレッド - グリーン - ブルー - パンクロマチック (R G B P) カラーフィルタアレイ (C F A) 原画像 2 0 0 (デジタル R G B P C F A 画像または R G B P C F A 画像ともいう) の生成に関わる。以下の説明では、この時点で、レッド - グリーン - ブルー - パンクロマチックの代わりに他のカラーチャネルの組合せ、例えばシアン - マゼンタ - イエロー - パンクロマチックなどを使用できることを注記しておく。重要な事項はパンクロマチックチャネルを含むということである。この画像は、まばらにサンプリングされた画像と見なされる。なぜなら、当該画像中の各画素が、レッド、グリーン、ブルーまたはパンクロマチックデータのうちの 1 つの画素値のみを含むからである。パンクロマチック画像補間ブロック 2 0 2 は、フル解像度パンクロマチック画像 2 0 4 を生成する。画像処理チェーンのこの時点で、各カラー画素位置は、パンクロマチック値と、レッド、グリーンまたはブルー値のいずれかと関連付けられている。次に、フル解像度パンクロマチック画像ノイズ低減ブロック 2 0 6 は、ノイズ低減フル解像度パンクロマチック画像 2 0 8 を生成する。ノイズ低減フル解像度パンクロマチック画像の助けによって、レッド、グリーンまたはブルーの画素値と関連付けられたノイズを R G B C F A 画像ノイズ低減ブロック 2 1 0 において低減して、ノイズ低減 R G B C F A 画像 2 1 2 を生成させる。その後、R G B C F A 画像補間ブロック 2 1 4 は、ノイズ低減フル解像度フルカラー画像 2 2 2 を生成する。

【 0 0 1 9 】

図 5 は、好ましい一実施態様の高レベル図である。デジタルカメラ 1 3 4 は、デジタルのレッド - グリーン - ブルー - パンクロマチック (R G B P) カラーフィルタアレイ (C F A) 原画像 2 0 0 (デジタル R G B P C F A 画像または R G B P C F A 画像ともいう) の生成に関わる。以下の説明では、この時点で、レッド - グリーン - ブルー - パンクロマチックの代わりに他のカラーチャネルの組合せ、例えばシアン - マゼンタ - イエロー - パンクロマチックなどを使用できることを注記しておく。重要な事項はパンクロマチックチャネルを含むということである。この画像は、まばらにサンプリングされた画像と見なされる。なぜなら、当該画像中の各画素が、レッド、グリーン、ブルーまたはパンクロマチックのデータのうちの 1 つの画素値のみを含むからである。パンクロマチック画像補間ブロック 2 0 2 は、フル解像度パンクロマチック画像 2 0 4 を生成する。画像処理チェーンのこの時点で、各カラー画素位置は、パンクロマチック値と、レッド、グリーンまたはブルー値のいずれかと関連付けられている。次に、フル解像度パンクロマチック画像ノイズ低減ブロック 2 0 6 は、ノイズ低減フル解像度パンクロマチック画像 2 0 8 を生成する。ノイズ低減フル解像度パンクロマチック画像の助けによって、レッド、グリーンまたはブルーの画素値と関連付けられたノイズを R G B C F A 画像ノイズ低減ブロック 2 1 0 において低減して、ノイズ低減 R G B C F A 画像 2 1 2 を生成させる。その後、R G B C F A 画像補間ブロック 2 1 4 は、ノイズ低減フル解像度フルカラー画像 2 1 6 を生成する。最後に、フル解像度フルカラーノイズ低減ブロック 2 1 8 は、最終的なノイズ低減フル解像度フルカラー画像ブロック 2 2 0 を生成する。

【 0 0 2 0 】

図 2 に戻ると、パンクロマチック画像補間ブロック 2 0 2 は、当業者に知られている任意の適切な方法で実施することができる。2 つの例を以下に示す。図 6 を参照すると、画素 X₅ のパンクロマチック値を推定する 1 つの方法は、単純に、周囲の 6 つのパンクロマチック値の平均値、すなわち、

【 0 0 2 1 】

【数 1】

$$X_5 = (P_1 + P_2 + P_3 + P_7 + P_8 + P_9) / 6$$

【0 0 2 2】

を求めることである。あるいは、この方法において、画素値に重み付けをすることも当業者によく知られている。一例として、

【0 0 2 3】

10

【数 2】

$$X_5 = (P_1 + 2P_2 + P_3 + P_7 + 2P_8 + P_9) / 8$$

【0 0 2 4】

がある。代わりに、まず、方向性勾配の絶対値（絶対方向性勾配（absolute directional gradients））を計算することによって、適応できる方法を使用できる。

【0 0 2 5】

20

【数 3】

$$B_5 = |P_1 - P_9|$$

$$V_5 = |P_2 - P_8|$$

$$S_5 = |P_3 - P_7|$$

【0 0 2 6】

30

3つの2点平均値のうちの1つにより X_5 の値が求められる。

【0 0 2 7】

【数 4】

$$BX_5 = (P_1 + P_9) / 2$$

$$VX_5 = (P_2 + P_8) / 2$$

$$SX_5 = (P_3 + P_7) / 2$$

40

【0 0 2 8】

X_5 を計算するために、絶対方向性勾配の組のうちの最小値と関連する2点平均値を使用する。例えば、 V_5 、 B_5 および V_5 、 S_5 である場合には、 $X_5 = V \times X_5$ である。

【0 0 2 9】

図2に戻ると、RGB CFA画像ノイズ低減ブロック210は、ブロック202により生成したフル解像度のパンクロマチック画像の利点を得るのに適応できる様式で好ましくは実施される。かなり多くのかかる方法が当業者に知られているであろう。2つの例を以下に示す。図7を参照すると、各画素位置は、関連するパンクロマチック値を有する。間に存在する非レッド画素（すなわち、図7における空白の画素）の数および位置は無関係であることも注記しておく。必要なのは、同じ色の少なくとも1または2以上の近隣画

50

素値を有する中央画素値である。また、以下の議論では、グリーンまたはブルーのカラーチャネルをクリーニングする場合には、レッドをグリーンまたはブルーに置き換える。レッド画素 R_5 のノイズ低減を達成するために、シグマフィルタを使用できる。これは、以下の加重平均を計算することにより達成される。

【 0 0 3 0 】

【 数 5 】

$$R_5 = (c_1 R_1 + c_2 R_2 + c_3 R_3 + c_4 R_4 + c_5 R_5 + c_6 R_6 + c_7 R_7 + c_8 R_8 + c_9 R_9) / (c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5 + c_6 + c_7 + c_8 + c_9)$$

10

【 0 0 3 1 】

重み係数 c_1 から c_9 は、パンクロマチック値の差から計算される。

【 0 0 3 2 】

【 数 6 】

$$\begin{aligned} |P_1 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_1 = 1, \text{ さもないければ } c_1 = 0 \\ |P_2 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_2 = 1, \text{ さもないければ } c_2 = 0 \\ |P_3 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_3 = 1, \text{ さもないければ } c_3 = 0 \\ |P_4 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_4 = 1, \text{ さもないければ } c_4 = 0 \\ |P_5 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_5 = 1, \text{ さもないければ } c_5 = 0 \\ |P_6 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_6 = 1, \text{ さもないければ } c_6 = 0 \\ |P_7 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_7 = 1, \text{ さもないければ } c_7 = 0 \\ |P_8 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_8 = 1, \text{ さもないければ } c_8 = 0 \\ |P_9 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_9 = 1, \text{ さもないければ } c_9 = 0 \end{aligned}$$

20

【 0 0 3 3 】

これらの表現において、 t は、図 7 に示す画素近隣の任意のエッジによって中央の画素 (R_5) から分離された画素値を除くために選択される予め決定される閾値である。これらの定義では、 c_5 は常に 1 であり、この値は、総和の中に少なくとも 1 つの画素を常を含むようにするためのものであることを注記しておく。シグマフィルタ重み係数をポピュレートするための別のスキームは当該技術分野でよく知られており、フル解像度パンクロマチックデータを使用して同様に適応させることができる。別の方法は、適応メディアンフィルタを使用することである。再び図 7 を参照すると、4 つのパンクロマチックメディアン値および 4 つのレッド 3 点メディアン値が計算される。

30

【 0 0 3 4 】

【数 7】

$$P_H = \text{Med} (P_4, P_5, P_6)$$

$$P_B = \text{Med} (P_1, P_5, P_9)$$

$$P_V = \text{Med} (P_2, P_5, P_8)$$

$$P_S = \text{Med} (P_3, P_5, P_7)$$

$$R_H = \text{Med} (R_4, R_5, R_6)$$

$$R_B = \text{Med} (R_1, R_5, R_9)$$

$$R_V = \text{Med} (R_2, R_5, R_8)$$

$$R_S = \text{Med} (R_3, R_5, R_7)$$

10

【0035】

R_5 についてのノイズ低減値は、 R_5 に関連するパンクロマチック値に最も近いパンクロマチックメディアン値に対応するレッドメディアン値、すなわち、 P_5 に対応する。

【0036】

20

【数 8】

$$\begin{aligned} |P_H - P_5| &\leq \{|P_B - P_5|, |P_V - P_5|, |P_S - P_5|\} \text{ であるならば } R_5 = R_H \\ |P_B - P_5| &\leq \{|P_H - P_5|, |P_V - P_5|, |P_S - P_5|\} \text{ であるならば } R_5 = R_B \\ |P_V - P_5| &\leq \{|P_H - P_5|, |P_B - P_5|, |P_S - P_5|\} \text{ であるならば } R_5 = R_V \\ |P_S - P_5| &\leq \{|P_H - P_5|, |P_B - P_5|, |P_V - P_5|\} \text{ であるならば } R_5 = R_S \end{aligned}$$

【0037】

30

近傍内に 4 つよりも少ないメディアン値を使用するものを含む適応メディアンフィルタを使用するための別のスキームは当該技術分野でよく知られており、フル解像度のパンクロマチックデータを使用して同様に適応させることができる。

【0038】

上記の方法に加えて、例えば無限インパルス応答 (infinite impulse response) (IIR)、フィルタリング、および特異値分解 (singular value decomposition) (SVD) など (これらに限定されない) の他の周知のノイズ低減方法を使用できる。

【0039】

図 7 に示したような近隣画素は、画像データのラプラシアンまたはガウシアンのパラメトリック分解またはウェーブレット分解に起因することがあることも当業者によく知られている。フル解像度パンクロマチックデータに同じ分解方法を同時に適用することによって、各 RGB 画像分解成分内の得られる各画素は関連するパンクロマチック値を依然として有するであろう。従って、上記の議論および例は依然として関連性があり、変更はない。

40

【0040】

図 2 に戻ると、RGB CFA 画像補間ブロック 214 は、先行技術文献に記載されている周知の CFA 補間またはモザイク除去技術のいずれかを使用して実施できる。米国特許第 5,852,468 号 (Okada) には、典型的な非適応方法が記載されており、一方、米国特許第 5,506,619 号 (Adamsら) には、代表的な適応方法が教示されている。

【0041】

50

図3において、RGB CFA画像ノイズ低減ブロック210に類似の方法でフル解像度フルカラーノイズ低減ブロック216を実施でき、ブロック216においてのみ、各画素位置でのレッド、グリーン、ブルーおよびパンクロマチック値がある。従って、ノイズ低減は、例えば図8に示されているように隣接する近隣画素を使用して実施できる。図8を参照すると、シグマフィルタおよび適応メディアンフィルタの先に示した例は、直接適用できる。

【0042】

図4において、フル解像度のパンクロマチック画像ノイズ低減ブロック206は、グレースケールまたはシングルチャネル画像ノイズ低減のための当該技術分野で周知の方法のいずれかを使用して実施できる。これらの方法には、シグマフィルタリングおよび適応メディアンフィルタリングの上記の例が含まれる。図9を参照すると、パンクロマチック画素 P_5 のノイズ低減を達成するためにシグマフィルタを使用することができる。これは、以下の加重平均を計算することにより達成される。

10

【0043】

【数9】

$$P_5 = (c_1P_1 + c_2P_2 + c_3P_3 + c_4P_4 + c_5P_5 + c_6P_6 + c_7P_7 + c_8P_8 + c_9P_9) / (c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5 + c_6 + c_7 + c_8 + c_9)$$

20

【0044】

重み計数 c_1 から c_9 は、パンクロマチック値の差から計算される。

【0045】

【数10】

$$\begin{aligned} |P_1 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_1 = 1, \text{さもなければ } c_1 = 0 \\ |P_2 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_2 = 1, \text{さもなければ } c_2 = 0 \\ |P_3 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_3 = 1, \text{さもなければ } c_3 = 0 \\ |P_4 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_4 = 1, \text{さもなければ } c_4 = 0 \\ |P_5 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_5 = 1, \text{さもなければ } c_5 = 0 \\ |P_6 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_6 = 1, \text{さもなければ } c_6 = 0 \\ |P_7 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_7 = 1, \text{さもなければ } c_7 = 0 \\ |P_8 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_8 = 1, \text{さもなければ } c_8 = 0 \\ |P_9 - P_5| \leq t &\text{であるならば } c_9 = 1, \text{さもなければ } c_9 = 0 \end{aligned}$$

30

【0046】

これらの表現において、 t は、図9に示す画素近隣の任意のエッジによって中央の画素(P_5)から分離された画素値を除くために選択される予め決定される閾値である。これらの定義では、 c_5 は常に1であり。この値は、総和の中に少なくとも1つの画素を常を含むようにするためのものであることを注記しておく。シグマフィルタ重み係数をポピュレートするための別のスキームは当該技術分野でよく知られている。別の方法は、適応メディアンフィルタを使用することである。再び図9を参照すると、4つのパンクロマチックが計算される。

40

【0047】

【数 1 1】

$$P_H = \text{メディアン}(P_4, P_5, P_6)$$

$$P_B = \text{メディアン}(P_1, P_5, P_9)$$

$$P_V = \text{メディアン}(P_2, P_5, P_8)$$

$$P_S = \text{メディアン}(P_3, P_5, P_7)$$

10

【0 0 4 8】

P_5 についてのノイズ低減値は、 P_5 に関連する原パンクロマチック値に最も近いパンクロマチックメディアン値に対応する。

【0 0 4 9】

【数 1 2】

$$\begin{aligned} |P_H - P_5| &\leq \{ |P_B - P_5|, |P_V - P_5|, |P_S - P_5| \} \text{ であるならば } P_5 = P_H \\ |P_B - P_5| &\leq \{ |P_H - P_5|, |P_V - P_5|, |P_S - P_5| \} \text{ であるならば } P_5 = P_B \\ |P_V - P_5| &\leq \{ |P_H - P_5|, |P_B - P_5|, |P_S - P_5| \} \text{ であるならば } P_5 = P_V \\ |P_S - P_5| &\leq \{ |P_H - P_5|, |P_B - P_5|, |P_V - P_5| \} \text{ であるならば } P_5 = P_S \end{aligned}$$

20

【0 0 5 0】

適応メディアンフィルタを使用するための別のスキームは当該技術分野でよく知られており、使用できる。

【0 0 5 1】

上記の方法に加えて、例えば無限インパルス応答 (IIR)、フィルタリング、および特異値分解 (SVD) など (これらに限定されない) の他の周知のノイズ低減方法を使用できる。

【0 0 5 2】

30

図 9 に示したような近隣画素は、画像データのラブラシアンまたはガウシアンのパラミッド分解またはウェーブレット分解をもたらしうることも当業者によく知られている。従って、上記の議論および例は依然として関連性があり、変更はない。

【0 0 5 3】

本発明の好ましい実施態様に開示したノイズ低減アルゴリズムは、ユーザーのさまざまな状況および環境で利用することができる。状況および環境の例としては、大規模デジタル写真仕上げ (フィルム導入、デジタル処理、プリント出力といった処理ステップまたは処理段階を伴う)、リテールデジタル写真仕上げ (フィルム導入、デジタル処理、プリント出力)、家庭でのプリント (家庭でフィルムまたはデジタル画像を走査、デジタル処理、プリント出力)、デスクトップソフトウェア (アルゴリズムをデジタル印刷に適用してそのデジタル印刷をより改善したりまたは変更することもあるソフトウェア)、デジタル処理 (媒体からのまたはウェブ上でのデジタル画像の取り込み、デジタル処理、媒体へのまたはウェブ上でのデジタル形態での画像出力、またはハードコピー印刷物上への印刷)、キオスク (デジタル入力または走査入力、デジタル処理、デジタル出力または走査出力)、携帯装置 (例えば、処理ユニット、ディスプレイユニット、処理の指示を与えるユニットとして使用できる PDA や携帯電話)、ワールドワイドウェブを通じて提供されるサービスなどがある。

40

【0 0 5 4】

それぞれの場合に、ノイズ低減アルゴリズムは、独立して使用することも、あるいは、より大きなシステムソリューションの要素であることができる。さらに、アルゴリズムと

50

のいろいろなインターフェイス、例えば、走査または入力、デジタル処理、ユーザーに対する表示（必要な場合）、ユーザーの要求または処理命令の入力（必要な場合）、出力は、それぞれ、同じまたは異なる装置および物理的位置にあってもよく、装置間および位置間の通信は、公的または私的なネットワーク接続を通じて、またはメディアをベースとした通信を通じて行なうことができる。本発明についての上記開示内容と整合する場合に、アルゴリズム自体を完全に自動化すること、またはアルゴリズム自体にユーザーが（完全にまたは部分的に手作業で）入力すること、またはユーザーまたはオペレータが見て結果を受け入れる／拒絶すること、またはアルゴリズム自体がメタデータにより支援されうること（メタデータは、ユーザーが供給すること、または測定装置（例えばカメラ中の）が供給すること、または別のアルゴリズムによって決定することができる）ができる。さらに、アルゴリズムは、様々なワークフローユーザーインターフェーススキームと相互作用することができる。

10

【 0 0 5 5 】

本明細書に開示した本発明に係るノイズ低減アルゴリズムは、さまざまなデータ検出法とデータ低減技術（例えば顔検出、目検出、皮膚検出、フラッシュ検出）を利用した内部コンポーネントを備えることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 6 】

- 1 1 0 コンピュータシステム
- 1 1 2 マイクロプロセッサをベースとしたユニット
- 1 1 4 ディスプレイ
- 1 1 6 キーボード
- 1 1 8 マウス
- 1 2 0 ディスプレイ上のセレクト
- 1 2 2 ディスクドライブユニット
- 1 2 4 コンパクトディスク - 読み出し専用メモリ (C D - R O M)
- 1 2 6 フロッピー (登録商標) ディスク
- 1 2 7 ネットワーク接続
- 1 2 8 プリンタ
- 1 3 0 パーソナルコンピュータカード (P C カード)
- 1 3 2 P C カード読取機
- 1 3 4 デジタルカメラ
- 1 3 6 カメラドッキングポート
- 1 3 8 ケーブル接続
- 1 4 0 無線接続
- 2 0 0 R G B P C F A 画像
- 2 0 2 パンクロマチック画像補間
- 2 0 4 フル解像度パンクロマチック画像
- 2 0 6 フル解像度パンクロマチック画像ノイズ低減
- 2 0 8 ノイズ低減フル解像度パンクロマチック画像
- 2 1 0 R G B C F A 画像ノイズ低減
- 2 1 2 ノイズ低減 R G B C F A 画像
- 2 1 4 R G B C F A 画像補間
- 2 1 6 ノイズ低減フル解像度フルカラー画像
- 2 1 8 フル解像度フルカラーノイズ低減
- 2 2 0 最終的なノイズ低減フル解像度フルカラー画像
- 2 2 2 ノイズ低減フル解像度フルカラー画像
- 2 2 4 最終的なノイズ低減フル解像度フルカラー画像
- 2 2 6 ノイズ低減フル解像度フルカラー画像

20

30

40

【図 1】

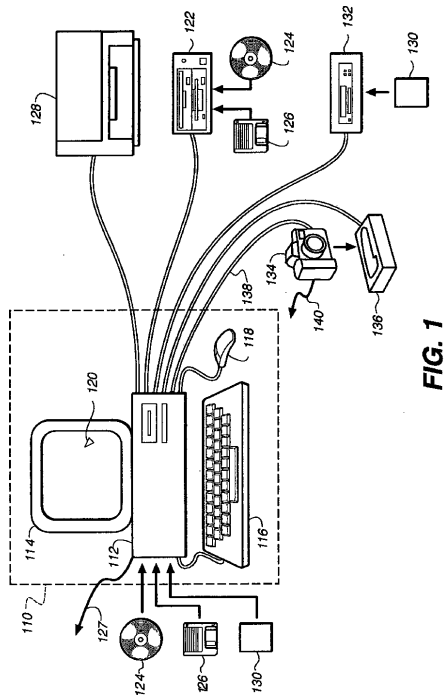


FIG. 1

【図 2】

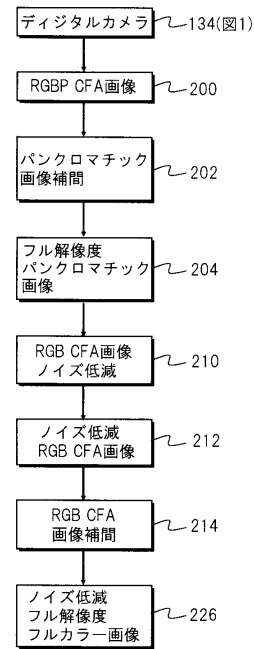


FIG. 2

【図 3】

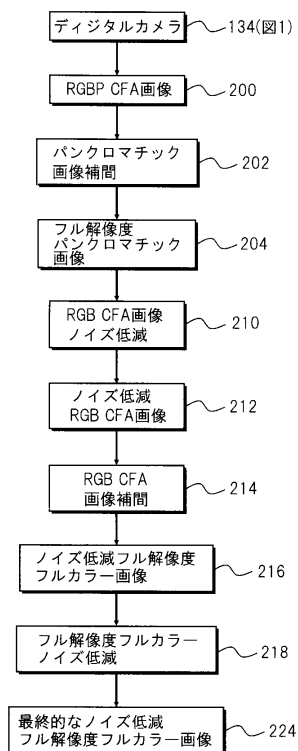


FIG. 3

【図 4】

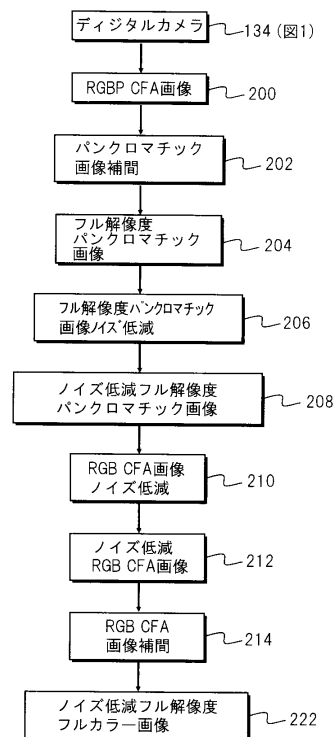


FIG. 4

【 図 5 】

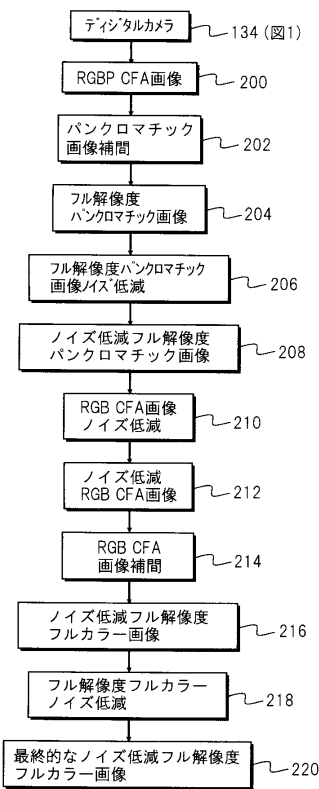


FIG. 5

【 図 6 】

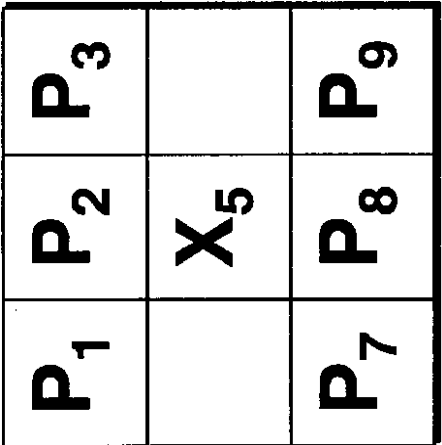


FIG. 6

【 図 7 】

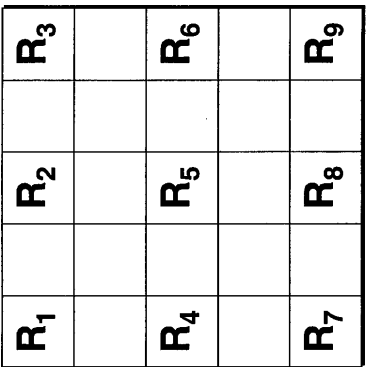


FIG. 7

【 図 8 】

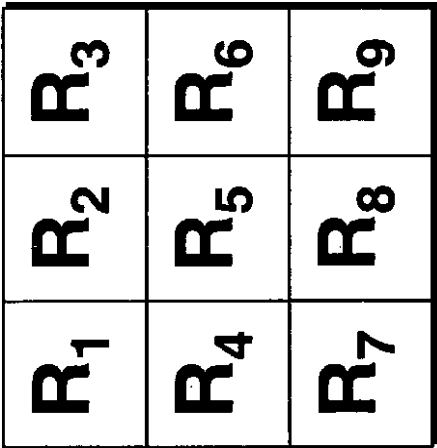


FIG. 8

【 図 9 】

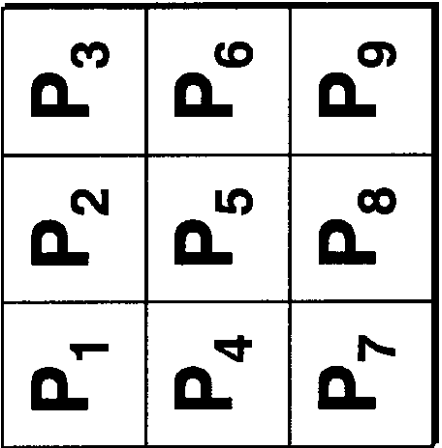


FIG. 9

フロントページの続き

(74)代理人 100128495

弁理士 出野 知

(74)代理人 100093665

弁理士 蛸谷 厚志

(72)発明者 アダムス, ジェイムズ イー., ジュニア

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 2 4 , ロチェスター, ウェスト フォレスト ドライブ
1 6

(72)発明者 オブライエン, ミシェル

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 5 0 , ロチェスター, ハウランド アベニュー 1 5 6

(72)発明者 ピルマン, ブルース ハロルド

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 1 6 , ロチェスター, ウェイククリフ ドライブ 9 7

審査官 内田 勝久

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 2 8 8 3 9 5 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 3 0 4 7 0 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

H04N 9/04 ~ 9/11