

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4936686号
(P4936686)

(45) 発行日 平成24年5月23日(2012.5.23)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	1/46	(2006.01)	HO4N	1/46	Z
GO6T	1/00	(2006.01)	GO6T	1/00	510
GO6T	5/20	(2006.01)	GO6T	5/20	A
HO4N	1/60	(2006.01)	HO4N	1/40	D

請求項の数 27 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2005-184401 (P2005-184401)	(73) 特許権者	511076424
(22) 出願日	平成17年6月24日(2005.6.24)		ヒューレット-パッカート デベロップメント カンパニー エル.ピー.
(65) 公開番号	特開2006-14340 (P2006-14340A)		Hewlett-Packard Development Company, L.P.
(43) 公開日	平成18年1月12日(2006.1.12)		アメリカ合衆国 テキサス州 77070
審査請求日	平成20年6月24日(2008.6.24)		ヒューストン コンパック センタ ドライブ ウェスト 11445
(31) 優先権主張番号	0414187.5	(74) 代理人	100087642
(32) 優先日	平成16年6月24日(2004.6.24)		弁理士 古谷 聡
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100076680
			弁理士 溝部 孝彦
		(74) 代理人	100121061
			弁理士 西山 清春

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像の色を表すデータを変換する方法であって、

雑音増幅を制限するように構成された第1の色調節変換を前記画像の内容のうちの第1の空間周波数範囲に関するデータに適用し、第1の色調節済み画像部分を表すデータを生成するステップと、

第2の色調節変換を前記画像の内容のうちの第2の空間周波数範囲に関するデータに適用し、第2の色調節済み画像部分を表すデータを生成するステップと、

前記第1の色調節済み画像部分を表すデータ、及び前記第2の色調節済み画像部分を表すデータを使用し、色調節された画像を表すデータを生成するステップと

を含み、

前記第1の色調節変換、及び前記第2の色調節変換は、色変換行列であり、該色変換行列の各要素が、対応する色調節変換を定義し、

前記第1の色調節変換が、前記第1の色調節変換の変換要素の二乗の総和の平方根を雑音しきい値以下の値に制限することにより、雑音増幅を制限するように構成される、方法。

【請求項 2】

前記第2の色調節変換は、所望のレベルの色精度を維持するように構成される、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の範囲は、前記画像の内容のうちのしきい値よりも高い空間周波数に関するデータを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 2 の範囲は、前記画像の内容のうちのしきい値よりも低い空間周波数に関するデータを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記画像の前記第 1 の空間周波数範囲に関するデータは、画像データをハイパスフィルタリングすることによって得られる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記画像の前記第 2 の空間周波数範囲に関するデータは、画像データをローパスフィルタリングすることによって得られる、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記画像のローパスフィルタリングは、正規化された二次元ガウス空間フィルタを使用して実施される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記雑音しきい値は 1 である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

最初に述べた画像を表す前記データは第 1 の色空間に対応し、前記色調節された画像を表すデータは第 2 の色空間に対応する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

20

前記第 1 の色空間または前記第 2 の色空間は、RGB 色空間、sRGB 色空間、および MYC 色空間のうちのいずれか 1 つである、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

画像の色を表すデータを変換する方法であって、

第 1 の変換を画像データに適用するステップと、

第 2 の変換を画像データに適用するステップとを含み、前記第 1 の変換は、画像データの第 1 の範囲を雑音制限付き変換し、第 1 の変換済み画像成分データを生成する働きを持ち、前記第 2 の変換は、画像データの第 2 の範囲を変換し、第 2 の変換済み画像成分データを生成する働きを持ち、

少なくとも第 1 の変換済み画像成分データおよび第 2 の変換済み画像成分データを使用して、変換画像を表すデータを生成するステップをさらに含み、

30

前記第 1 の変換は、前記第 1 の変換の要素の二乗の総和の平方根が、雑音しきい値以下となるように制限される、方法。

【請求項 12】

前記画像データの第 2 の範囲は、該範囲内のデータが、所定の値未満の雑音内容を有するデータになるように選択される、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第 2 の変換は、所望レベルの色精度を維持するように構成される、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

40

前記画像に関する前記第 1 の範囲のデータは、前記画像の内容のうちのしきい値よりも高い空間周波数に関するデータからなる、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記画像に関する前記第 2 の範囲のデータは、前記画像の内容のうちのしきい値未満の空間周波数に関するデータからなる、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 16】

前記画像に関するデータを少なくとも第 1 の成分および第 2 の成分に分解するステップをさらに含み、前記第 1 の変換を前記第 1 の成分を表すデータに適用し、前記第 2 の変換を前記第 2 の成分を表すデータに適用することをさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 17】

50

前記第 1 の範囲のデータは画像データである、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

画像の色を表すデータを変換する方法であって、

画像データを少なくとも第 1 の成分および第 2 の成分に分解するための処理を行うステップと、

第 1 の変換を少なくとも前記第 1 の成分に関するデータに適用するステップと、

第 2 の変換を少なくとも前記第 2 の成分に関するデータに適用するステップと、

前記第 1 の変換が、前記第 1 の成分に関するデータを制限付き変換し、第 1 の変換済み画像成分データを生成する働きを持ち、前記第 2 の変換が、前記第 2 の成分に関するデータを変換し、第 2 の変換済み画像成分データを生成する働きを持つことと、

前記第 1 の画像成分データを前記第 2 の画像成分データと結合し、変換画像データを生成するステップと

を含み、

前記第 1 の変換は、前記第 1 の変換の要素の二乗の総和の平方根が、雑音しきい値以下となるように制限される、方法。

【請求項 1 9】

雑音増幅を制限するように構成された第 1 の色調節変換を画像の内容のうちの第 1 の空間周波数範囲に関するデータに適用し、第 1 の色調節済み画像部分を表すデータを生成し、

第 2 の色調節変換を前記画像の内容のうちの第 2 の空間周波数範囲に関するデータに適用し、第 2 の色調節済み画像部分を表すデータを生成し、

前記第 1 の色調節済み画像部分を表すデータ、及び前記第 2 の色調節済み画像部分を表すデータを使用し、色調節された画像を表すデータを生成するように動作する画像処理装置であって、

前記第 1 の色調節変換、及び前記第 2 の色調節変換は、色変換行列であり、該色変換行列の各要素が、対応する色調節変換を定義し、

前記第 1 の色調節変換が、前記第 1 の色調節変換の変換要素の二乗の総和の平方根を雑音しきい値以下の値に制限することにより、雑音増幅を制限するように構成される、画像処理装置。

【請求項 2 0】

画像を表すデータを取り込む機能を有する撮像素子をさらに含む、請求項 1 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 2 1】

前記第 1 の範囲および前記第 2 の範囲に関するデータは、第 1 の色空間に関連し、前記色調節された画像を表すデータは、第 2 の色空間に関連する、請求項 2 0 に記載の画像処理装置。

【請求項 2 2】

前記第 1 の色空間および前記第 2 の色空間は、M Y C 色空間、R G B 色空間、および s R G B 色空間のうちのいずれか 1 つである、請求項 2 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 2 3】

前記画像を表すデータは、R G B 色空間、s R G B 色空間、および M Y C 色空間のうちのいずれか 1 つに関連し、前記色調節された画像を表すデータは、R G B 色空間または s R G B 色空間に関連する、請求項 2 0 に記載の画像処理装置。

【請求項 2 4】

前記撮像素子は、M Y C 色空間に画像を表すデータを生成する機能を有する、請求項 2 0 に記載の画像処理装置。

【請求項 2 5】

コンピュータプログラム命令が格納されたコンピュータ読取可能媒体を含むコンピュータプログラム製品であって、該プログラムが、

雑音増幅を制限するように構成された第 1 の色調節変換を画像の内容のうちの第 1 の

10

20

30

40

50

空間周波数範囲に関するデータに適用し、第1の色調節済み画像部分を表すデータを生成するステップと、

第2の色調節変換を前記画像の内容のうちの第2の色空間周波数範囲に関するデータに適用し、第2の色調節済み画像部分を表すデータを生成するステップと、

前記第1の色調節済み画像部分を表すデータ、及び前記第2の色調節済み画像部分を表すデータを使用し、色調節された画像を表すデータを生成するステップと

を実施するように構成されたロジックを含み

前記第1の色調節変換、及び前記第2の色調節変換は、色変換行列であり、該色変換行列の各要素が、対応する色調節変換を定義し、

前記第1の色調節変換が、前記第1の色調節変換の変換要素の二乗の総和の平方根を雑音しきい値以下の値に制限することにより、雑音増幅を制限するように構成される、コンピュータプログラム製品。

10

【請求項26】

コンピュータプログラム命令が格納されたコンピュータ読取可能媒体を含むコンピュータプログラム製品であって、該プログラムが、

第1の変換を画像データに適用するステップと、

第2の変換を前記画像データに適用するステップと、

前記第1の変換が、前記画像データの第1の範囲を雑音制限付き変換し、第1の変換済み画像成分データを生成する働きを持ち、前記第2の変換が、前記画像データの第2の範囲を変換し、第2の変換済み画像成分データを生成する働きを持つことと、

20

前記第1の変換済み画像成分データおよび前記第2の変換済み画像成分データを使用して、変換画像を表すデータを生成するステップと

を実施するように構成されたロジックを含み、

前記第1の変換は、前記第1の変換の要素の二乗の総和の平方根が、雑音しきい値以下となるように制限される、コンピュータプログラム製品。

【請求項27】

コンピュータプログラム命令が格納されたコンピュータ読取可能媒体を含むコンピュータプログラム製品であって、該プログラムが、

画像データを少なくとも第1の成分と第2の成分に分解する処理を行うステップと、

第1の変換を少なくとも前記第1の成分に関するデータに適用するステップと、

第2の変換を前記第2の成分に関するデータに適用するステップと、

前記第1の変換が、前記第1の成分に関するデータを制限付き変換し、第1の変換済み画像成分データを生成する働きを持ち、前記第2の変換が、前記第2の成分に関するデータを変換し、第2の変換済み画像成分データを生成する働きを持つことと、

30

前記第1の画像成分データを前記第2の画像成分データと結合し、変換画像データを生成するステップと

を実施するように構成されたロジックを含み、

前記第1の変換は、前記第1の変換の要素の二乗の総和の平方根が、雑音しきい値以下となるように制限される、コンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は画像処理の分野に関する。

【0002】

優先権の主張

本出願は2004年6月24日に出願された「IMAGE PROCESSING」と題する同時係属中の英国特許出願第0414187.5号に基づいて優先権を主張する。この英国特許出願はその全内容が参照により本明細書に援用される。

【背景技術】

【0003】

50

デジタルカラー画像の色補正は、多くの画像処理の場面で必要となる。

【0004】

1つの重要な場面はデジタル撮像を行うときである。カラーフィルタの交互のパターンを装置の個々のセンサ素子のアレイ上に導入することによってカラーセンサを作成することが知られている。あるいは、画像センサは、センサの各点において複数の異なる波長の光に関する情報を取り込む場合がある。

【0005】

しかしながら、それらのカラーセンサを我々の目のスペクトル特性やコンピュータで画像の表現または表示に使用される原色に正確に一致させるカラーフィルタを構成することは難しい。そのため、取り込まれた画像を処理し、検知された色を所望の表色系の色に変換することが必要となる。

10

【0006】

このような問題は、色補正が必要となる他の場面にも当てはまり、例えば3つのCCDセンサ(各色平面について1つづつ)を備えた撮像装置により生成された画像、フラットベッドカラーキャナにより生成された画像、または数組の別々の登録画像からカラー画像を形成する他の画像システムにより生成された画像に色補正が必要とされる場面にも当てはまる。それらの問題の一部は、印刷の場面にも当てはまり、印刷時には、色補正を使用して、ある色空間からプリンタの色空間へマッピングが行われ、例えば、(プリンタの物理的なCMYK(減法混色の原色であるシアン、マゼンタ、イエロー、ブラック)色空間への最終的な変換の前に)、標準的なRGB(加法混色の原色である赤、緑、青)色空間からプリンタのRGB空間へのマッピングが行われる。

20

【0007】

ある色空間から別の色空間へ画像を変換するために画像を処理する場合、例えば青色チャンネル等の雑音の多いチャンネルから、例えば緑色チャンネル等の雑音の少ないチャンネルへの雑音の混入を回避しつつ、満足な変換画像が得られるようにすることが望ましい。

【0008】

同時係属中の英国特許出願第0118456.3号は、画像の色補正の方法を開示している。この出願はその全内容が参照により本明細書に援用される。処理対象の画像は低周波成分と高周波成分に分離され、色補正は低周波成分にのみ適用される。このようにすると、画像の高空間周波数成分には色補正が適用されず、画像中の雑音の大部分は一般に画像の高空間周波数成分に含まれているので、色補正プロセスにおける雑音の影響を低減することができる。

30

【0009】

英国特許出願0118456.3号に記載の処理は、RGBからRGBへの変換のような同じ基本色空間内での小規模な変換には適しているが、例えばCMYのような補色をRGBのような原色に変換する場合のような極端な状況では、あまり十分に機能しない。

【0010】

日本の特許出願第2003-110860号と、「Suppression of Noise Amplification During Colour Correction」、Kharitonenko他著、IEEE Transactions on Consumer Electronics、Vol. 48、No. 2、2002年5月(出版)、229~233頁はいずれも、画像を色補正するプロセスについて記載している。

40

【0011】

第GB0118456.3号に記載のプロセスをさらに拡張したものが、米国特許出願第10/216648号に記載されている。この米国特許出願はその全内容が参照により本明細書に援用される。この米国特許出願では、高周波画像を色補正された低周波画像と再結合させる前に調節し、色彩の高いエッジの周りの領域をさらに色補正している。

【0012】

このような改良にもかかわらず、また、高周波画像成分の処理が色彩の高いエッジの周りにしか行われないにもかかわらず、その高周波画像成分の処理により、最終的な変換画像には依然として多少の雑音が発生する。さらに、色彩の高いエッジを確実に識別するた

50

めに必要となる計算は複雑であり、処理能力に制限のある携帯装置で使用するには、全く適していない。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0013】

第1の実施形態によれば、画像の少なくとも一部を表すデータをデジタル処理する方法が得られる。この方法は、雑音増幅を制限するように構成された第1の色調節変換を画像の内容のうちの第1の空間周波数範囲に関するデータに適用し、第2の色調節変換を画像の内容のうちの第2の空間周波数範囲に関するデータに適用することからなる。

【0014】

第2の実施形態によれば、画像の色を表すデータを変換する方法が得られる。この方法は、第1の変換を画像データに適用し、第2の変換を画像データに適用することを含み、第1の変換は、画像データの第1の範囲を雑音制限付き変換し、第1の変換済み画像成分データを生成する働きを持ち、第2の変換は、画像データの第2の範囲を変換し、第2の変換済み画像成分データを生成する働きを持つ。この方法は、少なくとも第1の変換済み画像成分データおよび第2の変換済み画像成分データを使用し、変換画像を表すデータを生成することをさらに含む。

【0015】

第3の実施形態によれば、画像の色を表すデータを変換する方法が得られる。この方法は、画像データを少なくとも2つの成分に分解する処理を行い、第1の変換を第1の成分に関するデータに適用し、第2の変換を第2の成分に関するデータに適用することを含み、第1の変換は、第1の成分に関するデータを制限付き変換し、第1の変換済み画像成分データを生成する働きを持ち、第2の変換は、第2の成分に関するデータを変換し、第2の変換済み画像成分データを生成する働きを持つ。この方法は、第1の変換済み画像成分データを第2の変換済み画像成分データと結合し、変換画像データを生成することをさらに含む。

【0016】

第4の実施形態によれば、雑音増幅を制限するように構成された第1の色調節変換を画像の内容のうちの第1の空間周波数範囲に関するデータに適用し、第2の色調節変換を画像の内容のうちの第2の空間周波数範囲に関するデータに適用するように動作する画像処理装置が得られる。

【0017】

第5の実施形態によれば、YMC色空間における画像を表すデータを生成する働きを持つ撮像素子を備えた画像処理装置であって、雑音増幅を制限するように構成された第1の色調節変換を画像の内容のうちの第1の空間周波数範囲に関するデータに適用し、第2の色調節変換を画像の内容のうちの第2の空間周波数範囲に関するデータに適用するように動作する画像処理装置が得られる。

【0018】

本発明をさらに良く理解し、本発明を実施できるようにする方法を明らかにするために、次に図面を参照し、種々の実施形態を単なる例として説明する。

【0019】

「～を含むノ～からなる」という言葉は、本明細書で使用される場合、記載した特徴、整数、ステップ、またはコンポーネントの存在を意味し、1以上の他の特徴、整数、ステップ、またはコンポーネント、あるいはそれらのグループの存在や追加を除外する意味はない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図1は、色調節された画像データを得る方法に関する制御図である。図1のステップ102、103では、変換対象の画像データ101を低周波成分に関するデータと高周波成分に関するデータに分解する。ステップ104では、所望のレベルの色精度を維持するよ

10

20

30

40

50

うに構成された色変換を低周波成分に関するデータに適用し、ステップ105では、低雑音変換を高周波成分に関するデータに適用する。補正された2つのデータ成分は例えば単純なピクセル単位の加算により結合され、調節された画像データ107が生成される。この方法について、以下で詳しく説明する。

【0021】

最初のステップでは、生画像データ101を複数の異なる成分に分解する。例えば、生画像データ101を高周波成分と低周波成分に分解する。

【0022】

一実施形態では、画像データから高周波成分を平滑化によって除去することにより、低周波画像データ102を得る。一実施形態では、画像データ101と低周波画像データ102の差を高周波画像データ103として使用する。これを図2に示す。図2では、画像データ101'を用いて低周波画像データ102'を生成している。一実施形態では、画像データ101'と低周波データ102'の差を高周波データ103'として使用する。

10

【0023】

低周波画像データ102、102'を色変換を使用して変換し、色調節された低周波画像データ104を生成する。

【0024】

高周波画像データ103、103'を色変換を使用して変換し、色調節された高周波画像データ105を生成する。

【0025】

色調節された低周波画像データ104、104'を色調節された高周波画像データ105、105'と結合し、調節後の画像データ107を生成する。一実施形態では、図1および図2を参照して説明した方法を使用して、画像データ101、101'の色空間とは異なる色空間に対応する調節された画像データ107を生成する。例えば、画像データ101、101'はMYC色空間に対応し、調節された画像データ107はRGB色空間またはsRGB色空間に対応する可能性がある。また、画像データ101、101'がRGB色空間またはsRGB色空間に対応し、調節された画像データ107がRGB色空間またはsRGB色空間、あるいはMYC色空間に対応する場合もある。選択肢は他にもありうる。

20

【0026】

調節された画像データ107は画像を表し、この画像は、画像データ101、101'の高周波成分を含むので、画像データ101、101'によって表される画像の解像度に相当する解像度を有するものとなる。

30

【0027】

画像データを低周波成分と高周波成分に分解することを助けるために、上記の方法に関連して、周波数しきい値を使用してもよい。具体的には、このしきい値よりも低い周波数を有する変換対象画像の空間周波数成分は低空間周波数成分として定義され、このしきい値よりも高い周波数を有する変換対象画像の空間周波数成分は高空間周波数成分として定義される。

【0028】

周波数しきい値は、例えば、処理対象の画像の性質、および/または、必要とされる色変換の精度などの要素に応じて、その都度変更してよい。

40

【0029】

次に、図1～図5に記載されている方法の詳細について説明する。

【0030】

低周波画像データ102、102'は適当な平滑化技法を使用して作成される。適当な技法は例えば、GonzalezおよびWoods著、「Digital Image Processing」(Addison & Wesley、1992年)の189～201頁に記載されている。

【0031】

画像データ101、101'は一般に、画像の色データに対応する複数の色平面に関す

50

るデータ（図示せず）を含む。最終的なフルカラー画像を生成するために登録されるこれらの色平面は通常3枚（例えば、R、G、およびB、または、M、Y、およびC）である。

【0032】

低周波画像102、102'を作成するために、各色平面（適切な場合）を別々に処理する。例えば3枚の色平面がある場合、実際には3枚の低周波画像が作成される。

【0033】

各色平面に対象となる各ピクセルの強度値が存在する場合、平滑化以外の処理を画像に適用する必要はない。しかしながら、そうでない場合は、補間ステップまたはその類のものが必要となる。適当な補間は、例えば第GB0118456、3号に記載されているが、さまざまな既知の技法を使用することができる。こうした補間は、低周波画像102、102'を生成する前に実施してもよいし、後に実施してもよい。

10

【0034】

各色平面に各ピクセルの強度値が存在する場合、ローパスフィルタリングおよび色補正によりフル解像度の色補正されたローパス画像を形成し、そのローパス画像を制限付き変換し、次いで高周波画像を加算する。

【0035】

画像を平滑化し、データ102、102'を生成するためのフィルタリング技法には、有限応答フィルタ、無限応答フィルタ、フーリエ領域における処理、またはブロック平均化などの使用を含む、様々なフィルタリング技法がある。一実施形態では、このフィルタリングを実施するために、2次元ガウス空間フィルタ/分布 $G(x, y)$ を構成する場合がある。このようなフィルタは通常、次の形を取る。

20

【0036】

【数1】

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

【0037】

上式で、 σ はこの分布の標準偏差である。

【0038】

3枚の色平面がある場合、通常、3組の平滑化された原画像ピクセルはすべて処理され、ある色空間から別の色空間への変換が実施され、色調節された低周波画像データ104が生成される。

30

【0039】

変換画像 x の要素を生成するために、下記のような一般形の色変換行列 M を変換対象画像のスペクトル要素 c に適用する。

【0040】

【数2】

$$x = Mc$$

40

すなわち、

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ x_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \cdot & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \cdot & m_{2n} \\ m_{31} & m_{32} & \cdot & m_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ m_{p1} & m_{p2} & \cdot & m_{pn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \cdot \\ c_n \end{bmatrix}$$

【0041】

c の要素は、例えば撮像装置の n 個のカラーフィルタのセットのカラー値である。これ

50

らの c の要素を色変換行列 M を使用して別の色空間に変換すると、 x が得られる。

【 0 0 4 2 】

一般に、ある色空間から別の色空間への変換、すなわち色調節は、各画像位置に RGB、sRGB、またはMYCといった3つの色値を有する画像に対し、変換を適用することによって行われる（例えばモザイク解除された画像の場合、大抵は補間の後で）。これに関し、上記の色変換行列 M を簡略化したもの、例えば 3×3 行列の M を使用してもよい。ただし、当然ながら本方法は、もっと多くの色値が存在する場合や、もっと少ない色値しか存在しない場合にも適用可能である。また、色変換は、上記のような変換行列を使用する代わりに、ルックアップテーブルを使用して実施することもでき、どのような特性の色変換を適用する場合でも本方法が使用可能であることは、当業者には明らかであろう。

10

【 0 0 4 3 】

I を変換対象の生画像とし、 L を I の低周波成分とした場合、各色平面について、高周波成分画像 H が、下記のようにピクセル単位の和によって計算される。

$$H = I - L$$

【 0 0 4 4 】

高周波成分変換用の色変換行列を計算する場合、変換要素の決定に制限を加えることにより、競合要件である色精度と雑音増幅のバランスをとることができる。具体的には、色変換行列の要素を計算する際に T_n を雑音しきい値として下記のような制限を加えることにより、このしきい値を超えて雑音を増幅することなく色補正を実施することが可能になる。

20

【 0 0 4 5 】

【数 3】

$$\sqrt{\left(\sum_j \alpha_j m_{ij}^2 \right)} \leq T_n$$

【 0 0 4 6 】

【数 4】

$$\sum_j \alpha_j m_{ij}^2$$

30

【 0 0 4 7 】

の項は雑音増幅の程度であり、各色チャンネルは異なる雑音を有する場合があるので、 α_j は、それを補償するために導入された重み係数である。

【 0 0 4 8 】

上記のしきい値は、画像の取得に使用される画像センサの特性、必要とされる色補正の程度、および必要な雑音抑圧の程度のような、特定の要素に応じてその都度決定することができる。ただし、一般的には $T_n = 1$ である。従って、1 に等しい値だと雑音は増幅されず、1 未満の値だと雑音は低減される。1 未満の値であればどのような値であっても雑音は低減されるが、変換画像に色誤差が発生するという意味で、色補正は最適なものにならない。一般に、変換に制限を加えることによって雑音増幅度を制限すると、大きな誤差が発生することがある。例えば、色空間変換によって得られる補正は十分でない場合があり、色空間が所望の出力に正確にマッピングされない場合がある。

40

【 0 0 4 9 】

一実施形態では、変換対象の画像を少なくとも2つの成分に分解し、上述のようにして得られた雑音制限付き変換行列を一方の成分に適用し、制限無し（すなわち、上述のような雑音制限の無い）変換を他方の成分に適用する。このようにして、各成分に対し、異なる色処理を適用する。一実施形態において、この制限無しの変換は、所望のレベルの色精度を維持するように構成される。

【 0 0 5 0 】

50

具体的には、画像のほとんどの色情報は画像の低周波成分に含まれる。従って、画像から分離された高周波成分に対して雑音制限付き変換を適用すれば、色補正を行っても、視覚的に目立つアーティファクトが画像に発生することはない。従って、変換時の雑音の増幅に対して上述のような制限を加えることにより生じる誤差の増幅を制限することができる。

【0051】

画像の高周波成分に適用される雑音制限付き変換は、上で定義された雑音増幅度の制限の下で所望のレベルの色精度を維持するように構成される。低周波成分に使用されるローパス平滑化フィルタは雑音低減特性を有し、高周波成分に適用される色変換は雑音を増幅しないので、補正された画像の低周波変換成分と高周波変換成分は低雑音になる。

10

【0052】

一般に、変換画像 I' は次式から得られる。

$$I' = M_1 L + M_2 H$$

M_1 および M_2 はそれぞれ、変換対象の画像の低周波成分および高周波成分に適用される変換である。好ましい実施形態では、 M_2 は雑音制限付き色変換であり、 M_1 は色変換である。

【0053】

$I = L + H$ であるから、上式は次のようになる。

$$I' = (M_1 - M_2) L + M_2 I$$

上式はさらに次のように表現することもできる。

$$I' = A L + B I$$

ただし、 $A = M_1 - M_2$ であり、 $B = M_2$ である。従って、一実施形態による色変換画像等の変換画像は、(a) 画像の高空間周波数成分と低空間周波数成分に対して変換を実施するか、または (b) 低空間周波数成分と原画像に対して変換を実施するかのいずれかによって得られる。

20

【0054】

本発明の方法は、画像の高周波成分を処理しない場合に比べて、雑音を再び導入することなく、高周波成分のクロミナンス誤差と輝度誤差を両方とも低減する。

【0055】

図3は、画像の色データを調節するプロセスに関するフロー図である。画像を表すデータ301は、画像の内容のうちの第1の空間周波数範囲に相当するデータ303と、画像の内容のうちの第2の空間周波数範囲に相当するデータ305とを含む。雑音の増幅を制限するように構成された第1の色調節変換307が、画像の内容のうちの第1の空間周波数範囲に関するデータ303に適用される。第2の色調節変換309が、画像の内容のうちの第2の空間周波数範囲に関するデータに適用される。

30

【0056】

図4は、画像の色データを調節するプロセスに関する他のフロー図である。画像の色を表すデータ401に対し、第1の変換403および第2の変換405を適用する。第1の変換403は、画像データ401の第1の範囲407を雑音制限付き変換し、第1の変換済み画像成分データ408を生成する働きを持ち、第2の変換405は、画像データ401の第2の範囲409を変換し、第2の変換済み画像成分データ410を生成する働きを持つ。少なくとも第1の変換済み画像成分データ408および第2の変換済み画像成分データ410から、変換画像を表すデータ411を生成する。

40

【0057】

図5は、画像の色データを調節するプロセスに関するさらに他のフロー図である。画像の色を表すデータ501を少なくとも2つの成分503、505に分解するために処理する。第1の変換507を第1の成分に関するデータ503に適用し、第2の変換509を第2の成分に関するデータに適用する。第1の変換507は、第1の成分に関するデータ503を制限付き変換し、第1の変換済み画像成分データ511を生成する働きを持ち、第2の変換509は、第2の成分に関するデータ505を変換し、第2の変換済み画像成

50

分データ513を生成する働きを持つ。第1の変換済み画像成分データ511および第2の変換済み画像成分データ513を使用し、変換画像データ515を生成する。

【0058】

図6は、画像処理装置を示す概略図である。

【0059】

画像処理装置601は、デジタル信号プロセッサ(DSP)611を有し、処理可能な画像を表すデータを受け取る。この画像を表すデータは、例えばCCDデバイスやCMOSデバイスのような、装置601の撮像素子620を使用して生成される場合もあれば、符号625で示す入力ポートを使用して装置601外部のソースから受信する場合もある。

10

【0060】

バスまたはその類613は、装置601のDSP611、メモリ617、中央演算処理装置(CPU)619、撮像素子620、表示装置621および入力ポート625の間で、データ信号または制御信号、あるいはそれら両方を伝達する働きを持つ。

【0061】

メモリ617は、ダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)であってもよいし、不揮発性メモリ(例えば、フラッシュ、ROM、PROM等)やリムーバブルメモリ(例えば、メモリカード、ディスク等)、あるいはそれら両方を含むものであってもよい。メモリ617は、画像データの記憶と、処理された画像データの記憶に使用され、CPU619および/またはDSP611に画像データを処理させるための命令の記憶にも使用される。

20

【0062】

入力デバイス625は、例えばケーブル(例えば、イーサネットケーブル、RJ45コネクタ、USBなど)を利用したネットワークに対する有線接続やメモリカードなどの物理エンティティの受け入れ機能を有する従来の入力ポートを備えたデバイスであってもよいし、あるいは、例えばBluetoothやWiFi等の無線接続を利用してデータを受信する機能を有するデバイスであってもよい。選択肢は他にもありうる。

【0063】

使用時には、図1～図5を参照して上で説明したような方法の各ステップを実施するための適当な機械読取可能命令を含むコンピュータプログラムが、装置のメモリ617にロードされる。これらの命令はメモリ617のROM領域(図示せず)に格納され、そこからRAMにロードされ、CPU619および/またはDSP611によって実行されるか、若しくはCPU619および/またはDSP611によってROMから直接実行される。

30

【0064】

それらの命令は、CPU619および/またはDSP611を利用して実行されると、少なくとも画像の一部を表すデータをデジタル処理する。このデータは、撮像素子620を使用して生成される場合もあれば、入力デバイス625を使用して受信される場合もある。

【0065】

処理されたデータは、装置601の表示装置621を用いて表示される場合もあれば、出力デバイス630を使用して装置601から出力される場合もある。この出力デバイス630は、例えばケーブル(例えば、イーサネットケーブル、RJ45コネクタ、USBなど)を利用したネットワークに対する有線接続やメモリカードなどの物理エンティティの受け入れ機能を有する従来の出力ポートを備えたデバイスであってもよいし、あるいは、例えばBluetoothやWiFi等の無線接続を利用してデータを送信する機能を有するデバイスであってもよい。選択肢は他にもありうる。

40

【0066】

撮像素子620を含めるか否かは自由選択であり、撮像素子620が装置601内に存在する必要は必ずしもない。

50

【 0 0 6 7 】

大抵の構成の場合、生画像フレーム全体を一度に揮発性メモリに記憶する必要はないことに注意して欲しい。画像処理はオン・ザ・フライで実施することができるので、画像処理パイプラインを実現するのに必要な量のメモリしか必要としない。そのため、画像データの最初の部分がセンサからメモリへいったん読み込まれた後は、その画像の開始部分についての圧縮画像データを生成することが可能になり、それらを長期メモリに記憶し始めることができる。その理由は、すべての処理が、画像の限られた領域にしか作用しないからである。言い換えれば、処理の各段階で構成される「画像」は、画像全体にわたる完全なデータセットにすることも可能であるが、実際にはそうすると、メモリや処理能力の犠牲が増えることになる。従って、処理の各段階で使用される「画像」は通常、断片的に作成され、この処理は、画像の局所部分に作用する。極端に言えば、ある1つのピクセルについて実行される計算は全て、その近傍にあるピクセルを用いて実行することができる。

10

【 0 0 6 8 】

上に例示した方法は、生画像を高周波画像と低周波画像に分離し、適当な変換を使用して画像の色を調節することを開示している。この方法は、各画像が異なる周波数成分を表す3以上の画像を使用するように容易に拡張することができる。これを行う1つの有効な方法は、第1の平滑化ステップ（上記一般的な方法におけるローパス画像を作成するのに使用されたものと等しい）を使用して中程度にぼやけた画像を生成した後、さらに別の平滑化ステップを実施して完全にぼやけた画像を生成することである。元の生画像と中程度にぼやけた画像との差は高周波画像として使用され、中程度にぼやけた画像と完全にぼやけた画像との差は中間周波画像として使用され、完全にぼやけた画像自体は低周波画像として使用される。当然ながら、この手順は、さらに多くの周波数範囲に拡張することもできる。

20

【 0 0 6 9 】

次に、それらの異なる周波数成分のそれぞれに対し、それらの周波数の異なる要件に従って個別に色変換または色補正を実施し、各チャンネルで雑音が増幅されないようにする。

【 0 0 7 0 】

当業者であれば、実施方法がある程度最適化することも可能であることが分かるであろう。例えば、処理対象の画像を複数の周波数成分に分解する好ましい実施形態の場合、高周波（実質的にモノクロ）成分において特徴が互いにどの程度近くまで一致しているかを判定し、それらの画像中のどの辺りに色情報が存在するかを判定することができる。これに関し、色情報が存在する画像以外の（通常はモノクロの）画像が実質的に同じものである場合、色補正は、色情報が存在する画像にだけ適用すればよい。

30

【 0 0 7 1 】

必要な色変換を実行するために、変換対象の画像の他の特性を利用してよい。例えば、画像のエッジ強度に関する何らかの尺度を使用してもよい。あるいは、ウェーブレット解析によって得られた画像の多重解像度表現を使用してもよい。選択肢は他にもありうる。

【 0 0 7 2 】

上で述べた高空間周波数範囲や低空間周波数範囲の境界は、その都度決定してもよいししきい値を基準にして決定してもよい。しきい値未満の画像の周波数成分は低周波成分として定義され、しきい値よりも大きい画像の周波数成分は高周波数成分として定義される。

40

【 0 0 7 3 】

実際には、変換対象の画像を異なる成分に分解せずに、変換を画像データ全体に適用したり、一部に適用したりしてもよい。上記の方法では変換対象の画像を別々の成分に、具体的には別々の周波数成分に分解しているが、当然ながら、画像データを異なる成分に分解することなく、または、分解する必要なく、代替実施形態に従って画像データを処理することも可能である。実際、本発明の方法をデジタルカメラや画像処理機能などを備えた移動局（携帯電話）等の携帯装置で実施するときの利点は、本発明の方法が、画像成分に

50

対応するデータを生成することなく、取り込み画像に関するデータに適用できる点にある。

【0074】

変換対象の画像は一般に、カラー画像を作成するために登録された複数の色平面に配置された複数のピクセルから構成される。通常、そのような色平面は3枚であるが、本発明の方法は、色平面が3枚よりも多い場合や、3枚よりも少ない場合にも適用することが可能である。本発明の方法は、例えば各ピクセル位置が一枚の色平面の値しか持たない場合でも、複数の色平面のうちの2以上の値を有する場合でも、全ての色平面の値を有する場合でも有効に適用することができ、ある色平面のピクセルが別の色平面のピクセルに直接関係せず、独立して登録されている場合でも（例えば、各色が独立したCCDセンサで検出される場合のように）、有効に適用することができる。

10

【0075】

図7～図9は、色調節された画像データ得るための種々の実施形態を示すフロー図である。（図7、図8および図9のそれぞれに記載の）フロー図700、800および900は、装置601（図6）を実現するための一実施形態に関するアーキテクチャ、機能、および動作を示す。代替実施形態では、フロー図700、800および/または900のロジックが、ステートマシン（状態機械）として構成されたハードウェアで実施される。これに関し、各ブロックは、指定された論理機能（複数の場合もあり）を実現するための1以上の実行可能命令からなるプログラムのモジュール、セグメント、または一部に相当する場合がある。また、代替実施形態では、それらのブロックに記載された機能が図7、図8および図9に記載された順序とは異なる順序で実施される場合や、さらに別の機能を含む場合もある点に注意して欲しい。例えば、図7、図8および図9に連続して記載されている2つのブロックは、実際には実質的に同時に実施される場合もあり、場合によっては逆の順序で実施される場合もあり、後で明らかにするように、必要とされる機能によっては、ブロックのうちの幾つかが必ずしもすべての場合に実施されるとは限らない。このような変更や変形もすべて、本明細書の開示の範囲内に含めることを意図している。

20

【0076】

フロー図700（図7）に示すプロセスはブロック702から開始される。ブロック704では、雑音増幅を制限するように構成された第1の色調節変換を、画像の内容のうちの第1の空間周波数範囲に関するデータに適用する。ステップ706では、第2の色調節変換を、画像の内容のうちの第2の空間周波数範囲に関するデータに適用する。このプロセスはブロック708で終了する。

30

【0077】

フロー図800（図8）に示すプロセスはブロック802から開始される。ブロック804では、第1の変換を画像データに適用する。ブロック806では、第2の変換を画像データに適用する。第1の変換は、画像データの第1の範囲を雑音制限付き変換し、第1の変換済み画像成分データを生成する働きを持ち、第2の変換は、画像データの第2の範囲を変換し、第2の変換済み画像成分データを生成する働きを持つ。ブロック808では、少なくとも第1の変換済み画像成分データおよび第2の変換済み画像成分データを使用して、変換画像を表すデータを生成する。このプロセスはブロック810で終了する。

40

【0078】

フロー図900（図9）に示すプロセスはブロック902から開始される。ブロック904では、画像データを少なくとも第1の成分と第2の成分に分解する処理を行う。ブロック906では、第1の変換を少なくとも第1の成分に関するデータに適用する。ブロック908では、第2の変換を第2の成分に関するデータに適用する。第1の変換は、第1の成分に関するデータを雑音制限付き変換し、第1の変換済み画像成分データを生成する働きを持ち、第2の変換は、第2の成分に関するデータを変換し、第2の変換済み画像成分データを生成する働きを持つ。ブロック910では、第1の変換済み画像成分データを第2の変換済み画像成分データと結合し、変換画像データを生成する。このプロセスはブロック912で終了する。

50

【0079】

例示の方法は、例えば移動局（携帯電話を含む）、携帯型画像表示装置、または携帯情報端末などの画像処理装置に適用することができる。これらの装置は、画像取り込み機能（例えば、CCDデバイスやCMOSデバイス等の撮像素子）を備えていてもよいし、備えていなくてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】色調節された画像データを得る方法に関する制御図である。

【図2】図1の方法で使用される高周波データおよび低周波データの取得に関する制御図である。

【図3】色調節された画像データを得る方法に関する制御図である。

【図4】色調節された画像データを得る方法に関する他の制御図である。

【図5】色調節された画像データを得る方法に関する他の制御図である。

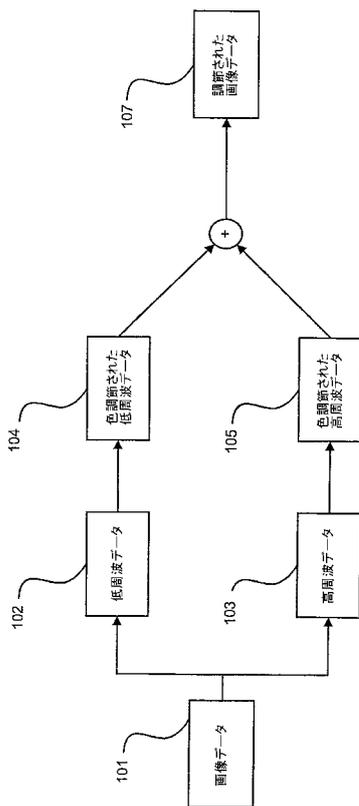
【図6】画像処理装置を示す概略図である。

【図7】色調節された画像データを得るための一実施形態を示すフロー図である。

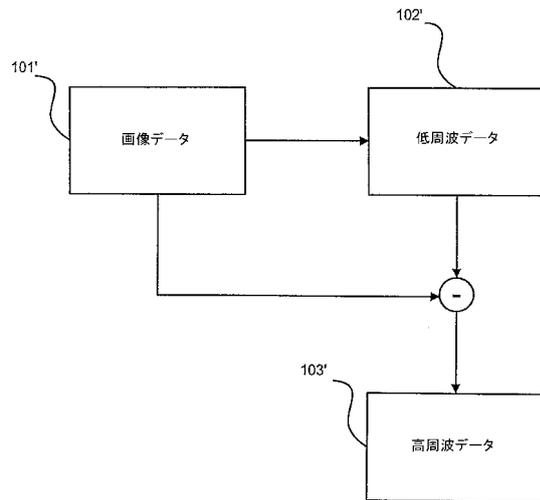
【図8】色調節された画像データを得るための一実施形態を示すフロー図である。

【図9】色調節された画像データを得るための一実施形態を示すフロー図である。

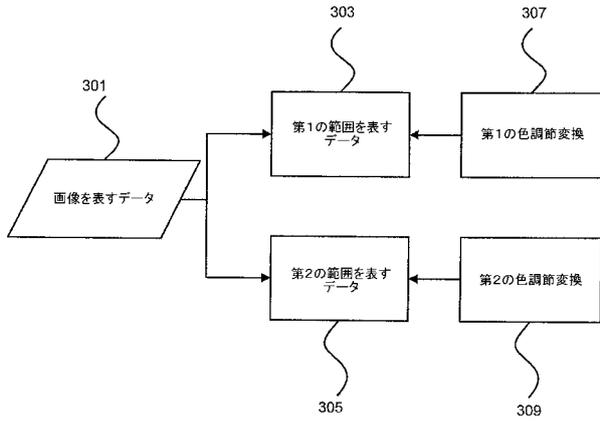
【図1】



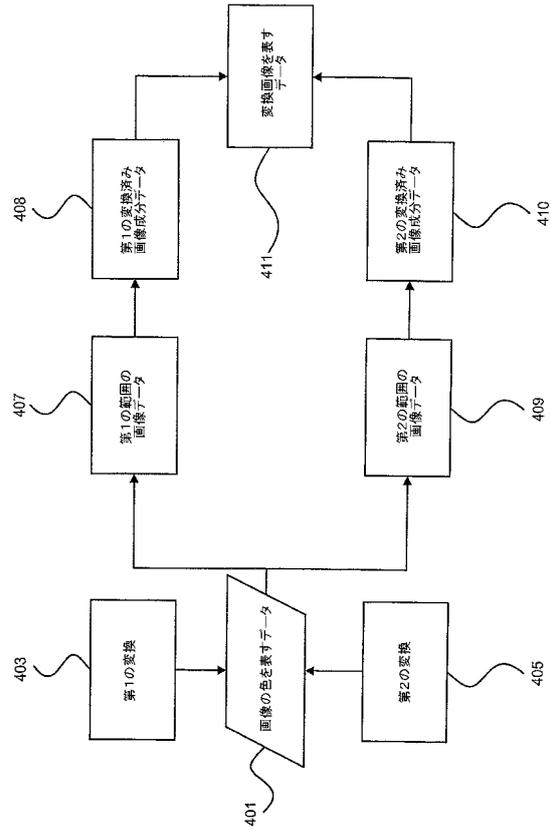
【図2】



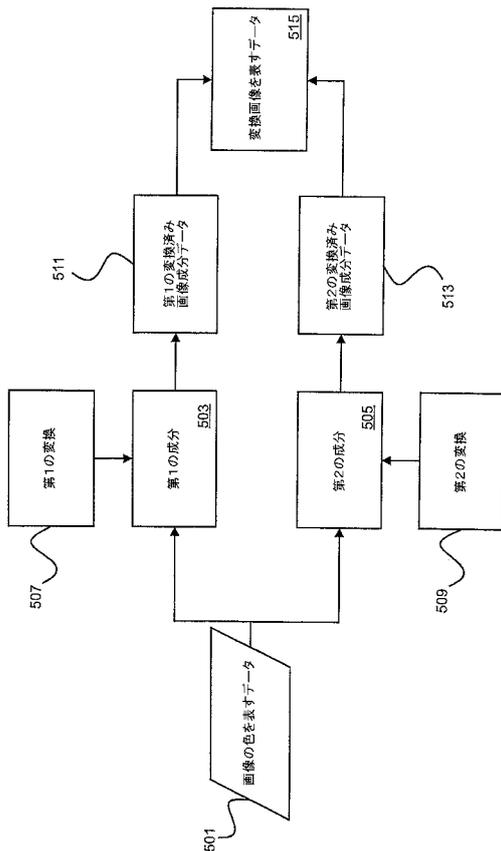
【図3】



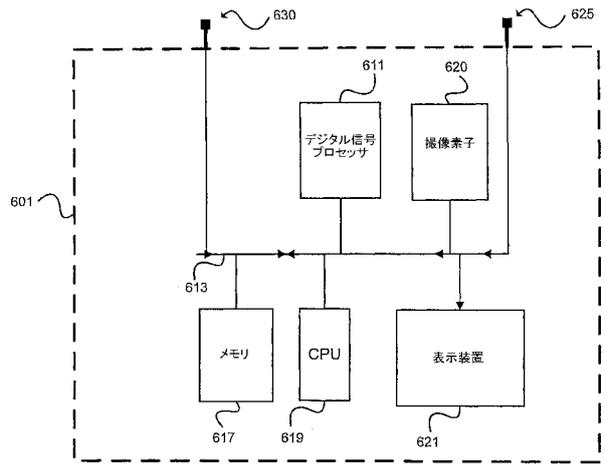
【図4】



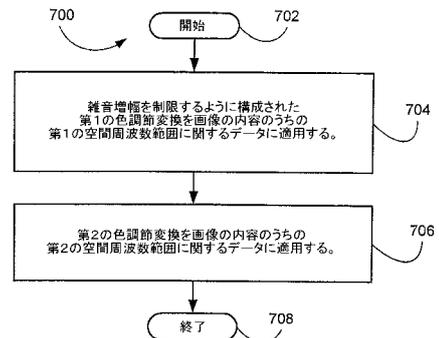
【図5】



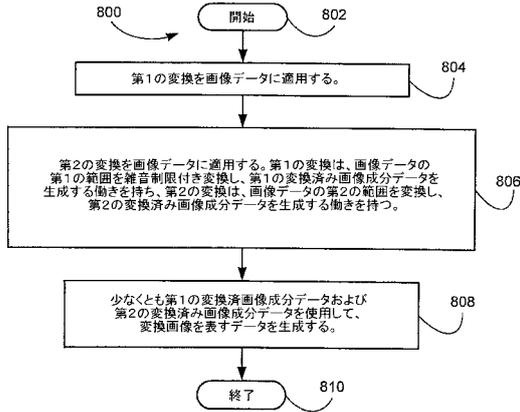
【図6】



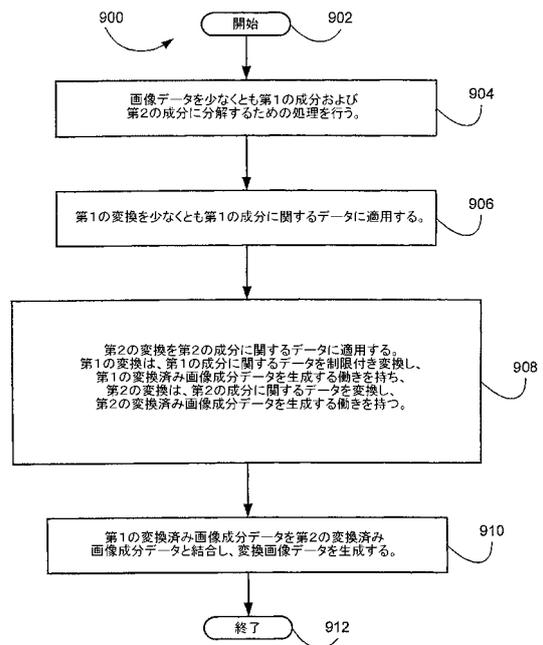
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (72)発明者 ステファン・ポラード
イギリス国ブリストル ストーク・ギフォード フィルトン・ロード ヒューレット・パッカー
・リミテッド内
- (72)発明者 アンドリュー・アーサー・ハンター
イギリス国ブリストル ストーク・ギフォード フィルトン・ロード ヒューレット・パッカー
・リミテッド内

審査官 大室 秀明

- (56)参考文献 特開2004-074793(JP,A)
特開2003-110860(JP,A)
特開2000-350031(JP,A)
特開2002-171411(JP,A)
特開平04-282689(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	1/46
G06T	1/00
G06T	5/20
H04N	1/60