

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4549704号  
(P4549704)

(45) 発行日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日(2010.7.16)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4N	1/46	(2006.01)	HO4N	1/46	Z
HO4N	1/60	(2006.01)	HO4N	1/40	D
HO4N	9/73	(2006.01)	HO4N	9/73	Z

請求項の数 4 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-77279 (P2004-77279)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成16年3月17日(2004.3.17)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開2004-297797 (P2004-297797A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(43) 公開日	平成16年10月21日(2004.10.21)	(74) 代理人	110000338
審査請求日	平成18年1月25日(2006.1.25)		特許業務法人原謙三国際特許事務所
審判番号	不服2009-3755 (P2009-3755/J1)	(72) 発明者	ジョン チャールズ ダーリンブル
審判請求日	平成21年2月19日(2009.2.19)		アメリカ合衆国, オレゴン州 97219
(31) 優先権主張番号	10/390, 323		, ポートランド, トゥエルフス アヴェニュー
(32) 優先日	平成15年3月17日(2003.3.17)		サウスウエスト 7108
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
		合議体	
		審判長	加藤 恵一
		審判官	板橋 通孝
		審判官	畑中 高行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像に対する色み補正を調整するための方法および画像に対する色み補正量の調節方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像に対する色み補正を調整するための方法であって、  
 ハイライトカラーを選択する第1のステップと、  
 色の付いた画素のデジタル画像を受け入れる第2のステップと、  
 少なくとも1つの画素の色とハイライトカラーとの間の色差を算出する第3のステップと、  
 デジタル画像に対する光源による色み補正量を決定する第4のステップと、  
 少なくとも1つの画素に対する色み補正量を前記第4のステップにて決定された色み補正量を所定の低減率により低減して決定するとともに、前記低減率を前記第3のステップにて算出された色差が大きくなるほど小さくする第5のステップとを含み、  
 色み補正量の前記低減率は、前記ハイライトカラーからの色差が閾値を上回ると0となり、前記ハイライトカラーから前記閾値までの色差範囲は、前記ハイライトカラーからの全色差範囲の10%以下である方法。

【請求項2】

ハイライトカラーを選択するステップは、複数の色成分を有しているハイライトカラーを選択するステップを含み、  
 少なくとも1つの画素の色とハイライトカラーとの間の色差を算出するステップは、画素の少なくとも1つの色成分と、それに対応するハイライトカラーの色成分との色差を算出するステップを含み、前記ハイライトカラーは白色である請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

複数のハイライトカラーを選択する第 1 のステップと、  
 色の付いた画素のデジタル画像を受け入れる第 2 のステップと、  
 少なくとも 1 つの画素の色と少なくとも 1 つのハイライトカラーとの間の色差を算出する第 3 のステップと、  
 デジタル画像に対する光源による色み補正量を決定する第 4 のステップと、  
 少なくとも 1 つの画素に対する色み補正量を前記第 4 のステップにて決定された色み補正量を所定の低減率により低減して決定するとともに、前記低減率を前記第 3 のステップにて算出された色差が大きくなるほど小さくする第 5 のステップとを含み、  
色み補正量の前記低減率は、前記ハイライトカラーからの色差が閾値を上回ると 0 となり、前記ハイライトカラーから前記閾値までの色差範囲は、前記ハイライトカラーからの全色差範囲の 10% 以下である、画像に対する色み補正量の調節方法。

10

## 【請求項 4】

複数のハイライトカラーを選択するステップは、選択された各ハイライトカラーにおいて、少なくとも 1 つの色成分が互いに異なっていることを含む、請求項 3 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 1. 発明の分野

本発明は、概して、デジタル画像処理に関するものであり、より詳細には、画像明部領域 (image highlight regions) における、色み補正 (color-cast corrections) を低減して調整する方法に関するものである。

20

## 2. 関連する従来技術の説明

種々なデジタル画像 (例えば、デジタル写真) の画質は、表示前に上記画像に対し色補正をすれば、劇的に改善できる。例えば、RGB (赤/緑/青) カラーイメージングシステム (RGB color-imaging system) では、非選択的なニュートラルな被写体 (nonselective neutral object、すなわち、波長に対する反射応答スペクトルが一定となっているもの) が同等の R、G、B 成分を画像に生成するように、何らかの特定の照射スペクトル (光源 1) に合わせて「カラーバランス」または「ホワイトバランス」(すなわち、較正され/位置合わせされ/設定された) 処理を施すことができるようになっている。

30

## 【0002】

光源 1 に合わせたカラーバランスに設定された撮影条件下での場面 (scene) に対し、何らかの他の光スペクトル (光源 2) を使用して撮影すると、光源 2 の影響を受けた画像の RGB の画像データは、光源 1 に合わせたカラーバランスでの撮影と同等なものではなくなる。このように RGB が大きく相違している場合、自然な画像に見えなくなる。すなわち、画像は、色みを帯びることになる。このような色みを帯びることは、デライト用フィルムを、タングステンランプの照明下の室内での場면을撮影するのに使用した場合と類似している。この場合、得られた写真が黄色みを帯びたものになる。

## 【0003】

この問題は、適切な青色フィルターを、レンズに被せるだけで解決できる。その結果、上記フィルターによりニュートラルなもの (偏りがない反射スペクトルを有する物体) となった被写体は、室内撮影において、フィルターなしで撮影した屋外写真での上記被写体と全く同じように、色みが見つからない室内写真となる。

40

## 【0004】

デジタルイメージングシステムでの色み補正変換法 (color cast correction transform) は、アナログイメージングシステムで使用する、上記の青色フィルターの使用に類似している。

## 【0005】

光源評価プロセスは、画像の分析から上記シーンに用いられた光源の特性を決定する試みである。上記色み補正においては、上記評価プロセスに基づいて、「ちょうど正しい色

50

」の1つ以上のフィルターと同様な、1つ以上の補正変換法が作成されている。

【0006】

デジタル画像処理では、画像取り込み中ではなく画像取り込み後に補正が施される。上記色み補正は、画像のRGBの各データを調整し、上記画像に対し、再度、元と等しいR、G、B成分を備えた非選択的ニュートラルな被写体となるように、再度、カラーバランス処理が施される。

【0007】

RGBデジタル画像に対し、例えばフォン・クリーズ型行列変換法(von Kries type matrix transform)を用いた単一の一般的な変換法によって、色み補正、ホワイトバランス処理またはグレーバランス処理を施すことができる。この変換法、および、複数の他の

10

【0008】

例えば、白熱灯の下で撮影した被写体の画像は、デジタルカメラのマニュアル色制御が正しく設定されていない場合、またはカメラの自動ホワイトバランスのアルゴリズムがうまく機能しない場合、黄色みを強くおびていることがある。

【0009】

全体的な画像統計から導き出された単一の変換法を用いた、このような画像の補正では、全ての画素(純粋な黒の画素以外)の色データを、青方向にシフトする。中間色調領域および暗部領域では、視覚への上記補正効果が良好であり、ニュートラル化された上記被写体に関する画素出力は、所望されるように、より自然な(色みのない)ものである(すなわち、画素出力のRGBは、被写体と同等なものに、より一層近いものである)。

20

【0010】

しかし、原画像において純粋な白である特定の明部領域および/または露出過度領域( $R = G = B = 1$ 、ただし、1は最大値)では、上記のように色み補正した画像は、はっきりと色みを帯びている。前記色みの色相は、評価された光源の色相に対して相補的なものである。上記の例では、原画像では白である色が、補正された画像では淡い青になっている。このような色みの形成は、いくつかの領域(例えば、白い縁に接している領域)が印刷処理によって印刷されないまま残る、白い被印刷体上に形成される反射型印刷(reflection print)では、通常、不自然に見える。人間の目は、補正処理におけるこれらの誤差(エラー)に敏感であり、画像が色み補正された後でも、白は依然として白く見えるほうがよいと感じるものである。

30

【0011】

さらに、原画像にある純粋な白の画素は、通常、画像取り込み時に色成分情報が省かれた結果であり、画像を撮影した時にこれらの画素に付随した本来の色相を復元する方法はない。

【0012】

デジタル画像に対し、色み補正するとき、画像にある明部領域を、他の色と同じように処理しなければ有利である。

40

【0013】

デジタル画像に対し、色み補正するとき、画像にある白い画素を他の色と異なるように処理すれば有利である。

【0014】

原画像にある白い画素に対して、補正画像に行う色み補正を低減するように調整できれば、または、全く行わなければ有利である。

発明の概要

本発明では、(例えば)白である、または、(色空間では)ほぼ白である画素に対する色み補正の量を低減することによって、色み補正方法の副作用として明部領域に生じる色み発生を回避できる。本発明においては、入力された画素の色が白色から離れるに伴い、

50

上記低減量を 0 に向かって漸減していてもよい。

【 0 0 1 5 】

上記画像に対する色み補正を調整する方法は、ハイライトカラー（明部色）を選択するステップと、色の付いた画素のデジタル画像を受け入れるステップと、少なくとも 1 つの画素の色とハイライトカラーとの間の色差を算出するステップと、デジタル画像に対する光源による色み補正量を決定するステップと、少なくとも 1 つの画素に対する前記色み補正量を、前記算出された色差に応じて低減するステップとを含んでいる。

【 0 0 1 6 】

本方法のある例では、複数の色成分を有するハイライトカラーが選択される。上述のように、白が典型的なハイライトカラーである。その次に、少なくとも 1 つの画素の色とハイライトカラーとの間の色差を算出するステップは、画素の少なくとも 1 つの色成分と、ハイライトカラーの対応する色成分との色差を算出するステップを含んでいる。白を例に使用して、赤、緑、および / または青色成分に対する、上記差分を計算してもよい。

【 0 0 1 7 】

他の例では、ハイライトカラーを選択するステップは、以下のように、ハイライトカラーを、「ハイライトカラー =  $(C_{1h}, C_{2h}, \dots, C_{Nh}) = C_h$ 」というように  $N$  次元空間（ただし、 $N > 1$ ）にある点  $C_h$  に対応する  $N$  色成分として表すステップを含んでいる。

【 0 0 1 8 】

色の付いた画素のデジタル画像を受け入れるステップは、複数の画素を含む画像を受け入れるステップを含んでいる。この場合、以下のように、各画素  $x$  は、「画像画素  $x$  における色 =  $(C_{1x}, C_{2x}, \dots, C_{Nx}) = C_x$ 」というように、 $N$  次元空間（ただし、 $N > 1$ ）にある点  $C_x$  に対応する  $N$  色成分として表されている。

【 0 0 1 9 】

続いて、少なくとも 1 つの画素の色とハイライトカラーとの色差を算出するステップは、以下の「 $C_p = d [ C_x, C_h ] = d [ ( C_{1x}, C_{2x}, \dots, C_{Nx} ), ( C_{1h}, C_{2h}, \dots, C_{Nh} ) ]$ 」のように、上記色差を、 $N$  次元空間にある点  $C_x$  と  $C_h$  との間のスカラー差分 (scalar difference)  $C_x$  として表すステップを含んでいる。ただし、 $d$  は、距離メトリクス (distance metric) である。距離メトリクスの例としては、ユークリッド距離（ただし、 $p = 2$ ）、または、 $L$  を含む  $L_p$  メトリクスがあげられる。

【 0 0 2 0 】

上記方法を、以下でさらに詳しく説明する。

【 0 0 2 1 】

好ましい実施形態の詳細な説明

概して、本発明は、画素毎への入力画像データを以下のようにそれぞれ処理する。

【 0 0 2 2 】

1 . 白色が当該ハイライトカラーであると仮定して、画素色と白色との距離  $d$  を演算する。任意の好適なメトリクスを使用できる。例えば、 $L$  を使用する場合、 $d = \max ( 1 - R, 1 - G, 1 - B ) = 1 - \min ( R, G, B )$  が挙げられ、また、 $L_1$  を使用する場合、 $d = 3 - ( R + G + B )$  である。ただし、 $R G B$  の各信号は、0 から 1 までの範囲内にて変動するものとする。

【 0 0 2 3 】

2 . 低減率 (attenuation factor)  $A_x$  を、 $d$  の関数として演算する。 $d = 0$  のとき  $A_x = 1$  である。 $A_x$  は、白色からの距離が大きくなるに伴い、滑らかに (連続的に) 0 に向かって漸減し、所定の閾値を上回る全ての距離では基本的に 0 となる。 $A_x$  曲線の形状は、実験により決定されてもよい。

【 0 0 2 4 】

3 . 色補正行列  $C$  と、恒等行列 (identity matrix)  $I$  との間で混合を行う： $M = A_x \cdot I + ( 1 - A_x ) \cdot C$ 。上記式では、 $C$ 、 $M$ 、 $I$  は行列式を表しており、 $A_x$  の  $A$  は

10

20

30

40

50

クトルを表しており、上記以外の、例えば「1」はスカラ値を表している。

【0025】

4. 混合した行列Mを、入力された画素の色データに適用する。

【0026】

色補正行列Cが、画像統計から予め演算されて得られているとすると、色み補正のための1セットの各行列M(d)を、距離dの測定(spanning)による1セットの各距離値dによって演算でき、このdの距離に対して低減率を示す $A_p(d)$ 関数が変化する。これらの各行列は、dによって関連付けられた(indexed)ルックアップテーブルに格納されていてもよい。画像に対し色み補正するとき、入力画素毎にdの値をそれぞれ演算する。処理時間を最短化するために、対応する色み補正のための行列Mを、テーブルから検索し画素値に適用してもよい。

10

【0027】

図1は、画像色み補正を調整するための本発明の方法を示すフローチャートである。この方法(および、図2および図3の方法)を、分かりやすいように、一連の番号を付けたステップとして記載しているが、特に明記しない限り、付けられた番号は順序を意味するものではない。これらのステップのいくつかを省略しても、並列で実行しても、または、一連の順序を必ずしもきっちりと守らずに実行してもよい。本方法はステップ100から始まる。

【0028】

ステップ102で、ハイライトカラーを選択する。ステップ104で、色の付いた画素のデジタル画像を受け入れる。ステップ106で、少なくとも1つの画素の色と、ハイライトカラーとの間の色差を算出する。ステップ108で、光源による、デジタル画像に対する色み補正量を決定する。ステップ110で、光源による、画像に対する色み補正量を、少なくとも1つの画素に対して、算出された色差に応じて低減する。

20

【0029】

本方法のある例では、ステップ102でハイライトカラーを選択することは、複数の色成分を有するハイライトカラーを選択することを含んでいる。続いて、ステップ106で、少なくとも1つの画素の色と、ハイライトカラーとの色差を算出することは、画素の少なくとも1つの色成分と、ハイライトカラーの対応する成分との色差を算出することを含んでいる。例えば、RGBイメージングシステムでは、白という色は、3つの等しい色成分を含んでいる。色差の計算を、白という色にある全ての色成分に適用してもよいし、あるいはいくつかの色成分に対して適用してもよい。

30

【0030】

しかし、本発明の色み補正の低減(調整)処理は、白以外の他の色にも適用され得ることは理解されるであろう。例えば、ある条件においては、反射することが知られている、または反射すると計算された画像表面に対して、反射された色に無関係に、本発明の色み補正の低減処理を適用してもよい。その上、既知の光源、または計算された光源と所定の関係がある色の画像データに対して色み補正を低減してもよい。さらに他の例では、より多くのハイライトカラーが選択され、この場合において、ハイライトカラーが、少なくともいくつかの異なる色成分を含んでいてもよい。

40

【0031】

ある例では、ステップ102でハイライトカラーを選択することは、以下のように、ハイライトカラーを、N次元空間(ただし、 $N > 1$ )にある点 $C_h$ に対応するN色成分として、ハイライトカラー $= (C_{1h}, C_{2h}, \dots, C_{Nh}) = C_h$ のように表すことを含んでもよい。

【0032】

ステップ104で、色の付いた画素のデジタル画像を受け入れることは、複数の画素を含む画像を受け入れることを含んでいる。この場合、各画素xは、以下のように、N次元空間(ただし、 $N > 1$ )の点 $C_x$ に対応するN色成分として、画像画素xにおける色 $= (C_{1x}, C_{2x}, \dots, C_{Nx}) = C_x$ のように表されてもよい。

50

## 【0033】

従って、ステップ106で、少なくとも1つの画素の色とハイライトカラーとの間の色差を算出することは、以下のように、色差を、N次元空間にある点 $C_x$ と点 $C_h$ との間の以下のスカラ差分  $C_x$  として表すことを含んでいてもよい。

## 【0034】

$$C_p = d [ C_x, C_h ] \\ = d [ ( C_{1x}, C_{2x}, \dots, C_{Nx} ), ( C_{1h}, C_{2h}, \dots, C_{Nh} ) ]$$

ただし、 $d$ は、距離メトリクスである。距離メトリクス( $d$ )は、ユークリッド距離、 $L_p$ 、および $L_\infty$ を含むグループから選択されるメトリクスでよい。 $L_p$ 距離が用いられる例においては、 $L_p$ の $p$ は、画像にある画素の色成分に依存している。

10

## 【0035】

他の例では、ステップ110で、少なくとも1つの画素に対する、算出された色差に応じて、光源による画像への色み補正量を低減することは、以下のように、画素 $x$ における光源による色み補正量の低減量( $A_x$ )を、 $A_x = f(C_x)$ というように、距離 $C_x$ の関数( $f$ )として表すことを含んでいる。

## 【0036】

ある例では、光源による色み補正量の低減量( $A_x$ )を、距離 $C_x$ の関数( $f$ )として表すステップは、画像に対応する画素の色成分に応じた関数を選択するステップを含んでいる。

20

## 【0037】

ある例では、さらなるステップ、つまり、ステップ101で、閾値 $T$ を確立し、次に、ステップ110では、光源による色み補正量の低減量( $A_x$ )を、距離 $C_x$ の関数( $f$ )として表すとき、上記値 $T$ を上回る距離 $C_x$ に対しては関数 $f = 0$ を選択することを含んでいる。

## 【0038】

他の例では、光源による色み補正量の低減量( $A_x$ )を、距離 $C_x$ の関数( $f$ )として表すステップは、

$f$ が、 $C_x$ が $0$ から $C_x = T$ の区間において、距離 $C_x$ の増加に伴い、単調減少または段階的な減少であることと、

$$f(0) = A_{max}$$

$$f(T) = 0$$

$$A_{max} > 0$$

## 【0039】

ある例では、ステップ110で、算出された色差に応じて少なくとも1つの画素に対する、光源による色み補正量を低減することは、 $A_x$ の値に応じて補正量をバイアスさせる(偏らせる、変更する)ことを含んでいる。

## 【0040】

一例では、ステップ106で色差を算出することは、全ての画像画素に対するグローバル補正行列 $M_G$ を生成して、補正された色 $C'_x$ を決定することを含んでいる。その上、本方法はさらなるステップを含んでいる。ステップ109aでは、

40

$0 \leq C_x \leq T$ の範囲の $C_x$ の値と相互参照される(cross-referenced)1セットのバイアスされた補正行列 $M_k$ を演算する。

## 【0041】

ステップ109bで、上記のバイアスされた補正行列のセットを格納する。次に、ステップ110は、

$C_x$ を計算し、

$C_x$ を $T$ と比較し、

$C_x \leq T$ の場合、上記の格納された補正行列のセットから、バイアスされた補正行列

50

を取り出し、

取り出されたバイアスされた補正行列を画素色  $C_x$  に適用することによって、最終補正色  $K_x$  を演算するステップを含んでいる。

【0042】

ある例では、最終補正色  $K_x$  を演算するステップは、 $C_x > T$  である場合、光源による色み補正量を低減させないステップを含んでいる。

【0043】

本方法に係る別の例では、ステップ108で、デジタル画像に対する、光源による色み補正量を決定することは、光源による色み補正量を、複数、決定することを含んでいる。従って、ステップ110で、少なくとも1つの画素に対する光源による色み補正量を低減することは、上記画像に適用される複数の各色み補正量を低減することを含んでいる。

10

【0044】

さらに、ステップ108で、第1補正色  $C'_x$  を画素に対して決定してもよい。次に、ステップ110で、少なくとも1つの画素に対する、算出された色差に応じて光源による色み補正量を低減することは、以下のように、画素に対する最終補正色  $K_x$  を演算するために、上記色み補正量を、 $K_x = [A_x C_x + (A_{max} - A_x) C'_x] / A_{max}$  のようにバイアスすることを含んでいる。

【0045】

他の例では、光源による各色み補正量毎に対し、画素に対する第1補正色  $C'_x$  を決定するステップは、以下のように、変換行列 (matrix transformation)  $M$  を、 $C'_x = M C_x$  のように生成し、適用するステップを含んでいる。ただし、 $M$  は、第1補正行列である。

20

【0046】

次に、低減量を  $A_x$  の値に応じてバイアスすること (ステップ110) は、バイアスされた補正行列  $M_k$  を、 $N \times N$  恒等行列  $I_n$  と第1補正行列  $M$  との凸結合 (convex combination) として、

$M_k = [A_x I_n + (A_{max} - A_x) M] / A_{max}$  のように演算すること、および、最終補正色  $K_x$  を、

$K_x = M_k C_x$

のように演算することを含んでいる。

30

【0047】

本方法の別の例では、光源による色み補正量の低減量 ( $A_x$ ) を、距離  $C_x$  の関数 ( $f$ ) として表すこと (ステップ110) は、上記値  $T$  を上回る距離  $C_x$  に対して関数  $f = 0$  を選択することを含んでいる。

【0048】

図2は、本発明に係る画像色み補正を低減するための方法の第2実施例 (second aspect) を示すフローチャートである。本方法は、ステップ200から始まる。ステップ202では、以下のように、 $N$ 次元空間 (ただし、 $N > 1$ ) にある点  $C_h$  に対応する  $N$ 色成分を有するハイライトカラーを、ハイライトカラー =  $(C_{1h}, C_{2h}, \dots, C_{Nh}) = C_h$  として選択する。

40

【0049】

ステップ204では、以下のように、 $N$ 次元空間 (ただし、 $N > 1$ ) の点  $C_x$  に対応する  $N$ 色成分のデジタル画像を、画像画素  $x$  における色 =  $(C_{1x}, C_{2x}, \dots, C_{Nx}) = C_x$  として受け入れる。

【0050】

ステップ206では、少なくとも1つの色成分のために、画像画素とハイライトカラーとの間の色差を計算し、以下のように、色差を、 $N$ 次元空間にある点  $C_x$  と点  $C_h$  との間のスカラ差分  $C_x$  を、

$$\begin{aligned} C_x &= d [C_x, C_h] \\ &= d [(C_{1x}, C_{2x}, \dots, C_{Nx}), (C_{1h}, C_{2h}, \dots, C_{Nh})] \end{aligned}$$

50

]として表す。ただし、 $d$ は、ユークリッド距離、 $L_p$ 、および $L$ を含む距離メトリクスのグループから選択されたものである。ステップ208では、デジタル画像に対する光源による色み補正量を決定する。ステップ210では、光源による色み補正量を、少なくとも1つの画素に対し、算出された色差に応じて低減する。

【0051】

ある例では、ステップ210で、光源による色み補正量を、少なくとも1つの画素に対し、算出された色差に応じて低減することは、以下のように、画素 $x$ における光源による色み補正量の低減量( $A_x$ )を、距離 $C_x$ の関数( $f$ )である、 $A_x = f(C_x)$ として表すことを含んでいる。

【0052】

他の例では、ステップ201で、閾値 $T$ を確立し、続いて、光源による色み補正量の低減量( $A_x$ )を、距離 $C_x$ の関数( $f$ )として表すこと(ステップ210)において、上記値 $T$ を上回る距離 $C_x$ に対して関数 $f = 0$ を選択することを含んでいる。

【0053】

図3は、本発明に係る画像色み補正を低減するための方法の第3実施例(third aspect)を示すフローチャートである。本方法はステップ300から始まる。ステップ302では、複数のハイライトカラーを選択する。ステップ304においては、色の付いた画素のデジタル画像を受け入れる。ステップ306では、少なくとも1つの画素の色と、少なくとも1つのハイライトカラーとの間の色差を算出する。ステップ308においては、デジタル画像に対する、光源による色み補正量を決定する。ステップ310では、光源による色み補正量を、少なくとも1つの画素に対して、算出された色差に応じて低減する。ある例では、ステップ302で複数のハイライトカラーを選択することは、選択された各ハイライトカラーが少なくとも1つの色成分において異なっていることを含む。

【0054】

図4および図5では、各演算間の相互関係を示している、図1のフローチャートに関連した各変形例(related variation)が示され、斜めハッチングを施したボックス(cross-hatched boxes)は設計段階で行えるステップを表しており、白抜きのボックスは分析段階を表しており、破線のボックスは処理段階を表している。

【0055】

「ハイライトカラーを確立する」ステップと、「閾値 $T$ を確立する」ステップとは、先験的(a priori)設計決定(design decisions)と考えられる。しかし、これらのステップは、画像依存的でもよい。例えば、画像に白に近い画素がない場合、処理時間を節約するために上記ステップを省略してもよい。

【0056】

通常、本方法は以下のように機能する。「光源の特性を評価」ステップは、まず、画像を分析し、光源による色み補正量の変換法(例えば補正行列)を生成する。より優れた光源の評価方法として、画像を複数の(小さな)領域に細分化し、各領域に対する互いに異なる補正行列を計算してもよい。本発明の方法を、このような領域のそれぞれに対し独立して適用してもよい。

【0057】

ハイライトカラー(これは必要なものである)と閾値 $T$ (これは任意のものである)に基づいて、 $T$ に達するまでの複数の色差値のために、複数のバイアスされた(低減)補正行列を演算し、格納する。このことは、全て「分析段階」の間に起こり、次に、「処理段階」が生じる。処理段階の間に、各画素における画像色差は、格納されている行列の1つ(複数の、領域/補正行列の場合は、現在の領域に有効なもの)を選択するために使用される。上記の選択された行列は、画素データに適用される。これが、「グローバル(大域)補正」(または、少数の領域特異的補正(small number of region-specific corrections))であり、図1と図4とに示されている。

【0058】

極限的には、洗練された光源の評価アルゴリズムは、各画素についてそれぞれ異なる補

10

20

30

40

50

正変換法により演算する場合がある。その場合、1セットのバイアスされた各補正行列は、分析段階の間に事前に演算されず、また、処理段階の間に演算した色差に基づいて選択されることもない。その代わりに、分析段階は、空間的に多様な (spatially-varying) 補正行列の演算のみからなり、処理段階でより多くの仕事が行われる。色差を測定し、低減率の因子を計算し、同時に低減率を行列に適用し (すなわち、行列をバイアスし)、バイアスされた行列を画素値に適用する。

#### 【0059】

閾値 T の使用に関して、実際のところ、RGB の各色成分は、大抵それぞれ 8 ビット (1 画素につき合計 24 ビット) にて符号化されている。この場合、例えば、二進法値で 11111111 (十進法で 255) が全体像 (unity) (すなわち、R、G および / または B のとり得る最大値) を表しており、そのようにビット数の大きさが設定される。本方法で色み補正量を低減する距離範囲は、白からの距離範囲が比較的狭く、例えば全範囲の 10% 以下である。

10

#### 【0060】

この例で、 $d$  を算出するために  $L_1$  を使用する場合、 $d = (3 * 255) - (R + G + B) = 765 - R - G - B$  である。

#### 【0061】

従って、上記のあらゆる各画像のセットについて、各画素について演算された  $d$  は、0 から 765 のいずれかの整数になる。この範囲の 10% は、76.5 である。上位 10% において、色み補正量を低減する必要がある場合、閾値  $T = 77$  を確立できる。この場合、77 個の異なる低減度 (degrees of attenuation) ( $d = 0 \sim d = 76$  の全てに対応している) を有する行列が演算され、格納される。 $d \geq 77$  のときには、低減率のための修正された行列を演算し、格納する必要はない。これを行う場合、アルゴリズムは、 $d$  を  $T$  と比較するステップが必要であり、 $d < T$  のときは、修正されていない補正行列を画素の色データに適用する。

20

#### 【0062】

メモリ量が問題ではない場合、閾値は不要であり、アルゴリズムは閾値比較のステップを必要としない。この場合 (上記の例を引き合いに出せば)、766 個の行列が格納される。この場合、 $d = 0$  から  $d = 76$  用の行列は、前述の段落の行列と同じであり、 $d = 77$  から  $d = 765$  用の行列は、全て同じであり、低減は適用されない。この方法は、少し早く実行でき、補正行列を格納するために約 10 倍のメモリを消費する。それでも、補正行列 (766 個の表エントリーで 1 エントリー毎に 9 個の行列要素) を格納するために要求されるメモリは、比較的小さいものである。

30

#### 【0063】

閾値についての上記の検討結果は、行列画像処理段階前の画像分析段階において、バイアスされた行列を作表する場合に適用可能である。この場合、図 1 および図 4 に示される方法は、必要に応じて、別々に計算された補正行列をそれぞれ有している複数の領域を処理するためのループ (サブルーティン) を追加で含んでもよい。

#### 【0064】

あるいは、閾値を色み補正量毎へのバイアスに適用する (図 2 および図 5) 場合には、各画素において、「第 1 補正色」と距離  $d$  とが演算される (第 1 補正色は、低減されていない色み補正量の変換法に基づいたものであり、前記変換法は、行列で表されていてもよいし、あるいは、より複雑なものでもよい)。次に、 $d$  を  $T$  と比較し、 $d < T$  の場合、その画素のための計算は終了する。結果として、低減されていない変換法によって色み補正された色となる。 $d < T$  の場合、バイアスと、混和 (blending) とが行われる。当然のことながら、演算の詳細については、全て本発明の基本原則から生じた複数の可能な変化形がある。

40

#### 【0065】

上記では、デジタル画像に対する色み補正を低減するための方法を提供してきた。画像色と選択されたハイライトカラーとの間の色差をどのようにして計算できるかを説明する

50

ためにいくつかの例を挙げてきた。色み補正量の低減を行う手段としての例も記載してきた。しかし、以上の例によって達成されたものを参照して、上記と類似した結果を得られる複数の他のアルゴリズムが当業者によれば作成できる。本発明は、これらの他の変形形および実施例にも及ぶものである。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】本発明に係る、画像に対する色み補正量を低減する方法の一例を示すフローチャートである。

【図2】本発明に係る、画像に対する色み補正量を低減する方法の他の例を示すフローチャートである。

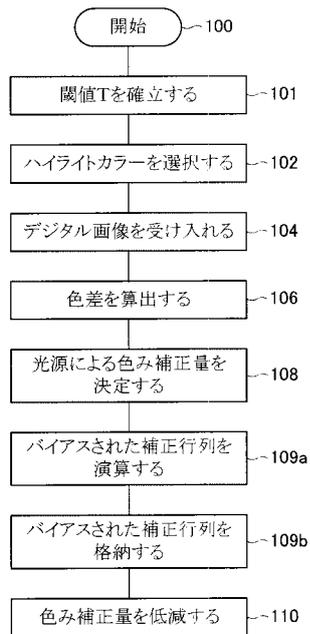
10

【図3】本発明に係る、画像に対する色み補正量を低減する方法のさらに他の例を示すフローチャートである。

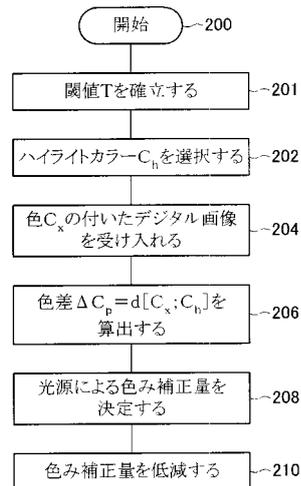
【図4】上記方法における、各演算間の相互関係を示す図1のフローチャートの一変形例である。

【図5】上記方法における、各演算間の相互関係を示す図1のフローチャートの他の変形例である。

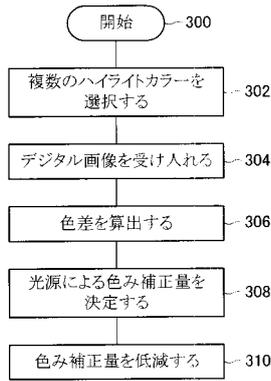
【図1】



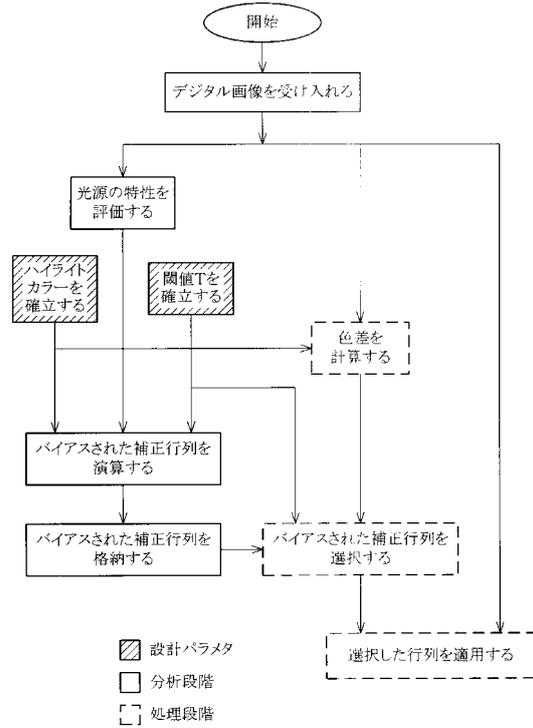
【図2】



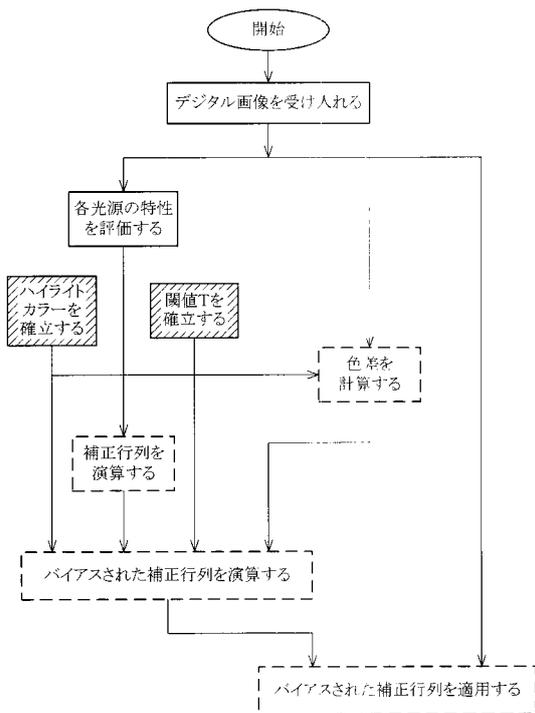
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-281524(JP,A)  
特開2003-198869(JP,A)