

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4287179号
(P4287179)

(45) 発行日 平成21年7月1日(2009.7.1)

(24) 登録日 平成21年4月3日(2009.4.3)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 4 N	9/73	(2006.01)	HO 4 N	9/73	A
HO 4 N	9/04	(2006.01)	HO 4 N	9/04	B

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-100386 (P2003-100386)	(73) 特許権者	590000846
(22) 出願日	平成15年4月3日(2003.4.3)		イーストマン コダック カンパニー
(65) 公開番号	特開2004-7545 (P2004-7545A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
(43) 公開日	平成16年1月8日(2004.1.8)		スター ステート ストリート 343
審査請求日	平成18年3月8日(2006.3.8)	(74) 代理人	100070150
(31) 優先権主張番号	116475		弁理士 伊東 忠彦
(32) 優先日	平成14年4月4日(2002.4.4)	(72) 発明者	エドワード ブルックス ジンデル
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 ニューヨーク 1461
前置審査			8 ロチェスター ボニー・プレイ・アヴ
		(72) 発明者	エニュー 394
			ジェイムズ エドワード アダムズ, ジュ
			ニア
			アメリカ合衆国 ニューヨーク 1462
			4 ロチェスター ウェスト・フォレスト
			・ドライブ 16
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル画像の自動ホワイトバランスのための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

デジタル画像の色特性を調整する方法であって：

- (a) 複数の画素を有するデジタル画像を受け入れる段階；
- (b) 受け入れられるデジタル画像に特有の絞り値と、露出時間値と、露出指数値と、を有するカメラ捕捉パラメータに関連する非画素データを受け入れる段階；
- (c) 何れの測定されたシーン輝度を用いることなく、シーン輝度値を演算するように、前記絞り値、前記露出時間値、及び前記露出指数値を用いる段階；
- (d) 前記デジタル画像の色を調整するように、前記演算されたシーン輝度値を用いる段階；及び

(e) 少なくとも1つのホワイトバランス補正曲線を提供する段階；

を有する、方法であり、

ホワイトバランス補正曲線は、

$$c = B_1 \times B + B_2 \times a v e I L L + B_3$$

により定義され、ここで、ave I L L は色座標値、 B_1 、 B_2 及び B_3 はシーン照明タイプについての係数、そして B はシーン輝度値である；

ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、前記段階 (d) は：

- (f) シーン照明タイプを決定するように、前記演算されたシーン輝度値を用いる段階；

及び

(g) 前記デジタル画像の前記色を調整するように、前記シーン照明タイプを用いる段階；

を有する、ことを特徴とする方法。

【請求項3】

請求項2に記載の方法であって、前記シーン照明タイプを決定するように、少なくとも1つの色座標値を用いる段階を更に有する、ことを特徴とする方法。

【請求項4】

請求項3に記載の方法であって：

前記シーン照明タイプ、前記演算されたシーン輝度値、及び前記色座標値に関連するホワイトバランスパラメータ値を決定する段階；

前記決定されたシーン照明タイプについて、ホワイトバランスパラメータ値及び少なくとも1つのホワイトバランス補正曲線から前記ホワイトバランス補正を決定する段階；並びに

前記デジタル画像の前記色を調整するように、前記ホワイトバランス補正を用いる段階；

を更に有する、ことを特徴とする方法。

【請求項5】

請求項2に記載の方法であって、前記シーン照明タイプは、日中の太陽光、タングステン、及び蛍光灯を有する、ことを特徴とする方法。

【請求項6】

請求項3に記載の方法であって、前記色座標値は、黒体放射源に近似される色相線に関するクロミナンス軸に関連する、ことを特徴とする方法。

【請求項7】

請求項3に記載の方法であって、色座標値は、

$$ILL = (-\log B + \log R) / 2$$

により定義され、ここで、ILLは前記色座標値、Rは赤、及びBは青である、ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタル写真プロセスにおける自動ホワイトバランス補正を提供するためのシーン照明を検出及び使用する方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

人間の視覚システムのように機能するためには、画像化システムはシーン照明における色かぶりの変化を自動的に受け入れなければならない。端的に言って、シーン照明が日中の太陽光、タングステン、蛍光または任意の他の光源の如何に拘わらず、シーンの中の白い対象物は白いままに描写されなければならない。この自動的に白色を適合させるプロセスは“ホワイトバランス”と呼ばれ、この適合機構により決定される補正処置はホワイト

【0003】

自動プリンタ、デジタルスキャナ及びデジタルカメラで採用される自動ホワイトバランスアルゴリズムは、画像に各シーンベースで適用されるべきホワイトバランス補正の最適レベルを画像データから推定することを試みるために、デジタル化された画像情報及び関連する数学的技術を用いている。ホワイトバランス補正におけるエラーは、そのアルゴリズムがシーン照明に原因する全体的な色かぶりとシーンの要素に起因する全体的なカラーバイアスとの間の違いを区別することができないときに起こる。したがって、シーン照明による色かぶりをシーン要素に起因するカラーバイアスと区別することを可能とすることが好適である。また、ホワイトバランスのエラーは、シーン照明の等級内の色温度の変化に

10

20

30

40

50

原因して生じることも知られている。曇った日のシーンがスカイライトにより白くなるのに対して、夕刻の直射日光は黄味がかかった色かぶりとなるので、青味がかかった色かぶりがシーンに対して適合する。しかしながら、両者の光は明らかに日中の光であるが、実質的に異なるホワイトバランス補正が必要である。したがって、ホワイトバランス補正を決定するとき、シーン照明のカラー温度変化を明らかにできることが望ましい。

【 0 0 0 4 】

デジタル画像のシーン照明を決定するために文献に記述された多くの方法がある。それらの一部は、この決定を行うために、画像を得るときに特殊なハードウェアを必要とする。本発明と同一の出願人による米国特許第4,827,119(特許文献1)及び第5,037,198(特許文献2)において、専用のセンサを用いてシーン照明の一時的な変動を測定する方法が開示されている。日中の太陽光においては変動はないが、一方、タングステン及び蛍光光源は、それらの電源装置のACの性質により、出力パワーに変動が生じる。あらゆる専用センサに伴う問題は、2つの分離したデータ収集及び処理のパスから成り、そのうちの1つは照明検出のためのパスであり、もう1つは実際の画像獲得のためのパスである。このことは、主画像獲得パスに関する同期及び較正をする必要のない専用センサパスの可能性につながる。更に、専用センサにより獲得される比較的限られた情報量は、シーン照明の決定のローバスト性を大きく制限することとなる。本発明と同一の出願人による米国特許第5,644,358(特許文献3)及び第5,659,357(特許文献4)において、画像データ(ビデオ入力)は、照明の分類を実行するために照明入力と組み合わせられる(照明入力の性質については説明していない)。シーンに対する全体的な照明を決定するのではなく、画像の低解像度バージョンを作り出し、定期像度画面内の各画像要素(または、画素)は、数ある可能なシーン照明のうちの1つに個別的に分類される。最もよいホワイトバランス補正の折衷を導き出すためにこれらの画素分類に統計的処理を実行する。この方法の問題点は、シーン照明の色かぶりの影響をシーンの構成の影響から分離するために明確な試みがなされていないことである。その代わりに、複雑な一連のテスト及びデータの重み付けスキームが、それに続くアルゴリズムのエラーを試行錯誤しながら減少させるための画素分類の後、適用されている。特許第11211458号(特許文献5)は、本発明と同一の出願人による米国特許第5,644,358(特許文献3)及び第5,659,357(特許文献4)において開示されたものと非常に類似する方法について教示している。

【 0 0 0 5 】

デジタル画像のホワイトバランス補正の色温度感応性を決定するために文献に記述された多くの方法がある。本発明と同一の出願人による米国特許第5,185,658(特許文献6)及び第5,298,980(特許文献7)において、開示される専用センサを用いて、赤(R)、緑(G)及び青(B)パワーのシーン照明相対量を測定する方法が開示されている。ホワイトバランス補正値は、シーン照明の色温度に関連させるために考案された比 R/G 及び B/G から導かれる。同様にして、上述の本発明と同一の出願人による米国特許第4,827,119(特許文献1)及び第5,037,198(特許文献2)において、あらゆる専用センサに伴う問題は、2つの分離したデータ収集及び処理のパスから成り、そのうちの1つは照明検出のためのパスであり、もう1つは実際の画像獲得のためのパスであり、これらの2つのパスは互いに“調和しない”ものとなっている。上記の参照特許文献、特許第11211458号(特許文献5)において、照明分類の段階は、各照明等級内の種々の下位区分を表すために、更に改良を加えている。このようにして、日中の太陽光、タングステン及び蛍光体の照明等級についてのより冷たいまたはより暖かい色かぶりが決定される。しかしながら、前述のように、照明の色かぶりをシーン合成から分離するために与えられる明確な方法がなく、その結果、アルゴリズムのエラーを最少にするための試みにおいて、種々の関連する統計的操作が必要とされている。

【 0 0 0 6 】

本発明と同一の出願人による米国特許第6,133,983(特許文献8)において、Wheelerは、色補正の程度を設定するオプティカルプリンティングのための方法を開示している。この場合の色補正の程度とは、カメラのメタデータに基づいた、写真画像に適用されるカラー

10

20

30

40

50

バランスの大きさを決定するために用いられるパラメータである。特に、Wheeler は、日中の太陽光の下または日中の太陽光でない照明の下のどちらかにおいて得られる画像を分類するために、シーンの光レベル、カメラから対象物までの距離、フラッシング処理の信号及びフラッシング戻り信号を用いることを開示している。同じホワイトバランス補正手法が照明によらず有効であるため、日中の太陽光で調整されたフィルムを用いて得られた画像に対して、非太陽光の照明と更に区別する必要はない、と記述されている。結果的に、本発明と同一の出願人による米国特許第6,133,983(特許文献8)は、そのような後の照明の区別のための方法を提供するものではない。正確なホワイトバランスのための非太陽光源の更なる区別を必要とする画像化システムに適用されるとき、または、何れかの画像メタデータ(即ち、シーンの光レベル、カメラから対象物までの距離、フラッシング処理の信号及びフラッシング戻り信号)が原型を損なわれたりまたは失われたりした場合に、この方法はうまく機能しない。特に、Wheelerにより開示された方法は、定量的に測定されるシーンの光レベルを必要とする。

10

【0007】

国際会議の発表論文、Moser、Schroder “一般自動画像強化システムにおけるDSCメタデータの使用方法(Usage of DSC meta tags in a general automatic image enhancement system)”, 予稿集SPIE Vol. #4669, Sensors and Camera System for Scientific, Industrial, and Digital Photography Applications III, 2002年1月21日(非特許文献1)、において、人工的な照明光源により影響を受けた写真のシーンの可能性に関するシーン分析についての方法が開示されている。MoserとSchroderにより開示されたこの方法は、次式を用いて、デジタルカメラから導かれるデジタル画像についての“擬”エネルギー(pE)量を計算するためにカメラのメタデータであるF数(f)及び露出時間(t)を用いている。

20

【0008】

【数1】

$$pE = \ln\left(\frac{t}{f^2}\right).$$

MoserとSchroderは、ここで、シーン照明源及び対応する結果として得られる色かぶりの可能性に関するデジタル画像を分析するためにpE量を用いている。一方、実際的なデジタル強化システムに対して一貫性のある自動ホワイトバランス補正の結果を得ることは十分正確でないと開示されているので、MoserとSchroderにより開示された方法はデジタル画像を分析することに対して有用である。これは、主に、絶対的とは対照的な、“擬”エネルギー量固有の相対的な性質によるものである。許容できる画像を得るために実質的に異なるエネルギーの要求条件を有する2つのデジタルカメラは、同じシーン照明条件に対して実質的に異なる“擬”エネルギー値をもっている。同様に、これらの同様な2つのデジタルカメラは、実質的に異なるシーン照明源によりデジタル画像を生じるとき、同一の“擬”エネルギー値を生じることが可能である。

30

【0009】

【特許文献1】

米国特許第4,827,119号明細書

【特許文献2】

米国特許第5,037,198号明細書

【特許文献3】

米国特許第5,644,358号明細書

【特許文献4】

米国特許第5,659,357号明細書

【特許文献5】

特許第11211458公報

【特許文献6】

40

50

米国特許第5,185,658号明細書

【特許文献7】

米国特許第5,298,980号明細書

【特許文献8】

米国特許第6,133,983号明細書

【非特許文献1】

Moser、Schroder “一般自動画像強化システムにおけるDSCメタデータの使用方法(Usage of DSC meta tags in a general automatic image enhancement system)”, 予稿集SPIE Vol. #4669、Sensors and Camera System for Scientific, Industrial, and Digital Photography Applications III, 2002年1月21日

10

【課題を解決するための手段】

それ故、本発明の目的は、ホワイトバランス補正の演算での使用のために、及び、各シーン照明の等級における色温度変化の原因となるホワイトバランス補正のために、シーン照明を検出し、差異を見分ける簡単な方法を提供することである。

【0010】

更なる目的は、デジタル画像におけるホワイトバランス補正を提供する改良方法を提供することである。

【0011】

これらの目的は、デジタル画像の色特性を調整する方法を用いて達成され、この方法は次のような段階により構成される。

20

(a) 複数の画素を含むデジタル画像を受け取る段階

(b) 絞り値、露出時間値、及び受け取られるデジタル画像に特有の速度値を含むカメラ捕捉パラメータに関連する非画素データを受け取る段階

(c) シーン輝度値を演算するために絞り値、露出時間値、及び速度値を用いる段階

(d) デジタル画像の色を調整するために演算されたシーン輝度値を用いる段階本発明の優位点は、ホワイトバランス補正を効果的に行うシーン照明を検出し、差異を見分ける簡単な方法を提供することである。

【0012】

本発明のもう1つの優位点は、ホワイトバランス補正のために改良され、単純化された配置を提供することである。

30

【0013】

【発明の実施の形態】

電子カメラは周知であるから、以下では、本発明に従って、装置及び方法の部品を構成する要素、または装置及び方法と直接共働する要素に関して、特に説明する。

【0014】

図1を先ず参照するに、電子スチールカメラは、一般に入力部2と、補間及び記録部4に分割される。他の画像獲得装置に由来するデジタル画像を処理するために本発明を用いることが可能である。入力部2は、対象物からイメージセンサ12に画像の光を導くために露出部10を備えている。図示していないが、露出部10は、露出時間を調節する光学絞り及びシャッタを調節するダイヤフラムを通して画像光を導くための従来の光学系を備えている。イメージセンサ12は、画像の要素を捕える光景に対応するフォトサイトの2次元アレイを含んだ、従来の電荷結合素子(CCD: Charge-Coupled Device)または相補形MOS(CMOS: Complementary Metal-Oxide Silicon)センサである。

40

【0015】

本発明は、イメージセンサ12から赤、緑及び青(RGB)画像データを得ることから開始する。データは完全なRGB画像とすることが可能であり、または、それは、ここで参照する、本発明と同一の出願人による米国特許第3,971,065(特許文献9)に開示されているバイヤー(Bayer)配列として知られるカラーフィルタ配列(CFA)13からのデータとすることが可能である。バイヤー配列において、各色はイメージセンサ12のフォトサイトまたはピクチャエレメント(画素)を網羅している。電荷に関する情報は、各ピ

50

クチャエレメントに対応するアナログ画像信号に電荷情報を変換する出力ダイオード 14 に適用される。アナログ画像信号は、各ピクチャエレメントに対するアナログ画像信号からデジタル画像信号を生成する A / D コンバータ 16 に適用される。そのデジタル信号は、複数の画像に対する記憶容量を備える R A M (Random Access Memory) とすることが可能である画像バッファ 18 に適用される。

【 0 0 1 6 】

コントロールプロセッサ 20 は、一般に、露出を開始及び制御すること（露出部 10 のダイヤフラム及びシャッタ（図示せず））により、イメージセンサ 12 の画像データにアクセスするために必要な水平及び垂直信号を生成することにより、及び、ピクチャエレメントに関する各信号セグメントに対する画像バッファ 18 と関連する A / D コンバータの機能を有効にすることにより、カメラの入力部 2 を制御する。一旦、任意の数のデジタル画像信号が画像バッファ 18 に蓄積されると、その蓄えられた信号は、カメラの補間及び記録部 4 のために処理速度を制御するデジタル信号プロセッサ 22 に適用される。更に、コントロールプロセッサ 20 は写真情報を、シャッタ速度、絞り及び露出指数等のカメラ設定条件を盛り込まれたデジタル信号プロセッサ 22 に送信する。デジタル信号プロセッサ 22 は、適切な画像処置アルゴリズム（ホワイトバランス、補間及び色補正）をデジタル画像信号に適用し、その画像信号を従来型の取り外し可能なメモリカード 24 にコネクタ 26 を介して送る。

【 0 0 1 7 】

画像処理は、通常は、いくつかの段階に亘っているため、処理アルゴリズムの中間性生物がプロセッシングバッファ 28 に保存される（プロセッシングバッファ 28 を画像バッファ 18 のメモリスペースの一部として構成することも可能である）。デジタル処理が開始することが可能となる前に画像バッファ 18 において必要とされる画像信号の数は、処理のタイプに依存する。即ち、ホワイトバランス操作が開始するためには、少なくともビデオフレームから構成される画像信号の一部が含まれる信号ブロックが利用可能でなければならない。したがって、殆どの環境において、ホワイトバランス操作は、ピクチャエレメントの不可欠なブロックが画像バッファ 18 に存在するようになるとすぐ、開始される。

【 0 0 1 8 】

操作表示パネル 30 は、カメラ操作で有用な情報を表示するためにコントロールプロセッサ 20 に接続されている。そのような情報は、シャッタ速度、絞り、露出バイアス等のような典型的な写真データを含むことが可能である。例えば、取り外し可能なメモリカード 24 は、各保存画像の始めと終わりを表すディレクトリを通常含んでいる。これは、保存された画像の数、残っているまたは残っていると推定される画像スペースの数のどちらかまたはそれら両方として、表示パネル 30 に表示される。

【 0 0 1 9 】

図 2 を参照するに、デジタル信号プロセッサブロック 22 を非常に詳細に示している。ホワイトバランスブロック 32 は、画像バッファブロック 18 から未処理の画像データを受け入れ、シーン照明（画像が得られたときに用いる光源）を分類し、適切なホワイトバランスゲイン、即ちホワイトバランス補正を決定する。デジタルカメラシステムにおいて、中間色（即ち、白、黒及び濃淡様々なグレー）を、互いに等しい、赤、緑、青（R G B）データ値で表すことが一般の慣行となっている。この条件を維持する場合、画像はホワイトバランスが施されたと言われる。しかしながら、カメラセンサからの（生）未処理画像データはホワイトバランスが施されていないので、中間色の赤、緑、青データ値は互いに等しくない。この場合、ホワイトバランスは、R G B データ値に異なる値を乗じることにより達成される。このとき、赤の値には赤のゲインを、緑の値には緑のゲインを、そして青の値には青のゲインを乗じる。それらゲインが正しく選択される場合、得られる結果は、中間色が等しい R G B 値をもち、ホワイトバランスが達成されたものとなる。色補間ブロック 34 は、ブロック 32 で生成されるホワイトバランスが施された画像データから 3 原色よりなるフルカラー画像を作り出す。色補間法としては、ベイヤー配列（本発明と同一

10

20

30

40

50

の出願人による米国特許第3,971,065)等のカラーフィルタアレイのためのもの(例えば、本発明と同一の出願人による米国特許第5,652,621)がよく知られている。色補正ブロック36は、ホワイトバランスブロック32で決定されるようなシーン照明分類に従って選択される色補正マトリクスを適用することにより、RGBデータ値を調節する。

【0020】

図3を参照するに、ホワイトバランスブロック32を非常に詳細に示している。aveI11を演算するブロック42は、画像バッファブロック18から画像データを受け取り、後述のような平均化の手法により、aveI11と呼ばれる色座標値を演算する。Bvを演算するブロック44はコントロールプロセッサ20から写真情報を受け取り、後述するような、Bvと呼ばれるシーン輝度値を決定する。シーン照明を決定するブロック46は、aveI11を演算するブロック42からシーン色情報、及びBvを演算するブロック44からシーン輝度情報を受け取る。シーン照明は、複数の所定の照明タイプの内の1つとして分類される。ホワイトバランスを演算するブロック48は照明分類タイプを受け取り、ホワイトバランスゲインを決定する。最終段階は、線形のRGB画像データに適切なホワイトバランスゲインを適用することである。

10

【0021】

図4を参照するに、avaI11を演算するブロック42を非常に詳細に示している。RGB画像データをパクセライズするブロック52は、パクセルと呼ばれる画素ブロックのアレイにおける利用可能な赤、緑および青を平均化することにより画像の低分解能バージョンを作り出す。その結果は、オリジナルの画像の中央部分をカバーする24x36アレイよりなるパクセルとなり、各パクセルは赤、緑および青の平均値を有することとなる。パクセライズされたRGBの平均は、変換シーケンスが適用される対数Uスペースブロック54に、変換するために送られる。各パクセルに対して、線形RGBデータ値(linR, linG, linB)はRGBの対数值に変換される。0から4095までの範囲をカバーする12ビットの線形データの場合、RGB値は次のように計算される。

20

【0022】

$$\log R = \text{Round}(1000 * \text{LOG}_{10}(1 + \text{lin}R))$$

$$\log G = \text{Round}(1000 * \text{LOG}_{10}(1 + \text{lin}G))$$

$$\log B = \text{Round}(1000 * \text{LOG}_{10}(1 + \text{lin}B))$$

これらの式は他の3つの12ビットの整数を与える。RGBの対数值は、次いで、次のような対数Uスペースの色成分座標に変換される。

30

【0023】

$$NEU = (\log R + \log G + \log B) / 3$$

$$GM = (-\log R + 2 * \log G - \log B) / 4$$

$$ILL = (-\log R + \log B) / 2$$

その結果は、オリジナルの赤、緑及び青の値の輝度-クロミナンス表示をこのように確立する各画素に対して対数Uスペースの3つの値(NEU, GM, ILL)を得る。

【0024】

演算されるべき次の値はsbaneu18と呼ばれるものであり、もし画像内に1つ存在するとすれば、18%のグレーパッチのNEU値の推定値である。sbaneu18の値は、ここで詳細に述べる2つの中間値から決定される。第1中間値を求めるために、24x36のパクセライズされた画像はそれぞれ4つの水平ストリップと6つの列に分割される。各水平ストリップにおいて、NEUの最大値(MN)が求められ、書き留められる。MN値1~4を最上部から最下部までラベリングし、次式のように、HWA(Horizontal Weighted Average: 水平重み付け平均)と呼ばれる合算平均を表すことが可能である。

40

【0025】

$$HWA = (1 * MN_1 + 4 * MN_2 + 4 * MN_3 + 3 * MN_4) / 12$$

第2中間値を求めるために、オリジナルの24x36のパクセルアレイを用いてエッジパクセルを規定する。3x3の隣接パクセルを有する各パクセルに対して、NEU値の最大値(MAX)とNEU値の最小値(MIN)を求める。(MAX - MIN)が所定の閾値

50

(例えば、値 2 4 0 がうまくいく)を上回る場合は、そのパクセルはエッジパクセルと呼ばれる。各エッジパクセルは、その位置に応じて、重み $wgt(i, j)$ (ガウス分布から)を受け取る。

【 0 0 2 6 】

【数 2】

$$wgt(i, j) = 1 + 3 * \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x_j^2}{\sigma_x^2} + \frac{y_i^2}{\sigma_y^2}\right)\right]$$

ここで、 i と j はアレイにおけるパクセルの位置を表す添え字であり、

【 0 0 2 7 】

【数 3】

$$y_i = i - \frac{3}{5} * Nrow$$

及び

【 0 0 2 8 】

【数 4】

$$x_j = j - \frac{Ncol - 1}{2}$$

【 0 0 2 9 】

【数 5】

$$\sigma_x = \left(\frac{Ncol}{4}\right) \quad \sigma_y = \left(\frac{Nrow}{4}\right)$$

ここで、 $Ncol$ は 36 であり、 $Nrow$ は 24 である。

エッジパクセルからの NEU 値の重み付け平均は GWA (Gaussian Weighted Average) と呼ばれる。HWA と GWA を用いて、 $sbaNeu18$ が次式により演算される。

【 0 0 3 0 】

$sbaNeu18 = 0.35 * HWA + 0.65 * GWA - 0.3324$ 有用なパクセルを選択するブロック 58 は、パクセルサイズされた画像と $sbaNeu18$ 値を受け取り、その両者から、有用なパクセルを選択するブロック 58 はシーン照明を分類する上でどのパクセルが有用であるかを決定する。 $sbaNeu18$ と $(sbaNeu18 + 700)$ の間の NEU 値を有するすべてのパクセルは有用と認識される。これらのパクセルは、18 ~ 90% の範囲内に収まる平均シーンの推定基準を有する。ブロック 60 において、 $aveILL$ の平均値は、ブロック 58 で有用と認められるそれらのパクセルの ILL 座標を平均化することにより求められる。

【 0 0 3 1 】

図 3 のブロック 44 を参照するに、シーン輝度値 B を演算するために写真情報を用いる。具体的には、写真データは、絞り設定 ($f\#$)、シャッタ時間 (t) 及び露出指数 (ISO) である。これら 3 つの値を用いて、次式から B を演算することが可能である。

【 0 0 3 2 】

$$B = T + A + S$$

ここで、

$$T = \log_2(1/t)$$

$$S = \log_2(ISO / \quad)$$

及び

$$A = \log_2(f\#^2)$$

10

20

30

40

50

入力値として、 B と $aveI11$ を用いることにより、ブロック 46 は複数の照明のタイプのうち 1 つとしてシーン照明を分類する。好適な実施形態においては、たった 3 つのタイプの照明、即ち、日中の太陽光、蛍光及びタングステンを用いる。図 5 を参照するに、シーン照明のディシジョンブロックを非常に詳細に示している。ディシジョンブロック 62 は、 B が閾値 $Bday$ (典型的な $Bday$ は 5 である) より大きいかなかを判定するためにテストする。ブロック 62 の不等式が成立する場合 (T)、シーン照明はブロック 70 において日中の太陽光として分類される。この不等式が成立しない場合 (F)、照明スコア (Z) は、次式のように、 B と $aveI11$ の 2 つを用いて、ブロック 64 で演算される。

【0033】

$$Z = aveI11 + 25 * B$$

ディシジョンブロック 66 は、 Z が閾値 $Zday$ より大きいかなかを判定するためにテストする。ブロック 66 の不等式が成立する場合、シーン照明は、ブロック 70 において日中の太陽光として分類される。その不等式が成立しない場合、ディシジョンブロック 68 は、 Z が閾値 $Zfloor$ (典型的な $Zfloor$ は 170 である) より大きいかなかを判定するためにテストする。ブロック 68 の不等式が成立する場合、シーン照明は、ブロック 72 において、蛍光として分類される。その不等式が成立しない場合、シーン照明は、ブロック 74 においてタングステンとして分類される。

【0034】

図 3 を参照するに、ホワイトバランスの演算ブロック 48 は、シーン照明の分類の関数として、適切な RGB のホワイトバランスゲインを決定し、画像バッファブロック 18 から受け取られる処理されていない画像データにそれらゲインを適用する。各照明カテゴリのための補正ホワイトバランスゲインの決定は半経験的なプロセスである。具体的に言って 18% の反射率をもつグレーパッチを備える適切な色テストチャートを含む非常に多くの数の画像の補正から始めることにより、18% グレーパッチの完全なホワイトバランス補正を達成するために必要とされる色チャンネルゲインを手動で決定する。これらの色チャンネルゲインは、従来の最小二乗関数のあてはめにより、次の 2 つのホワイトバランス補正曲線の係数を決定するために用いられる。

【0035】

$$ILL_{wb} = B_1 * B + B_2 * aveI11 + B_3$$

$$GM_{wb} = C_1 * B + C_2 * aveI11 + C_3$$

ここで、 ILL_{wb} 及び GM_{wb} は、18% グレーパッチに対応する演算された U スペース色度座標である。それ故、本発明と同一の出願人による米国特許第 6,243,133 (Spaulding 等) において開示されているように、対応するホワイトバランスのゲインを決定するために、 ILL_{wb} 及び GM_{wb} の値を用いることが可能である。特定のカメラシステムによっては、全部の照明カテゴリを表すために、 ILL_{wb} 及び GM_{wb} の単一の値が適切であることを最小自乗法が示す (即ち、 $B_1 = 0$ 、 $B_2 = 0$ 、 $C_1 = 0$ 及び $C_2 = 0$)。その他の場合、すべての係数はゼロでないことが要求される。

【0036】

本発明の重要な特徴は、色成分座標、即ちオリジナルの赤、緑及び青の画素値からの色座標を計算するために用いられる数学的式の選択に関わる。特に、青および赤の画素値の差としての項 ILL の公式化は重要である。自然のシーン照明源はクロミナンス軸に沿って大きさが変化する。例えば、グレーの反射性物体に関する ILL 色成分座標は、曇り (やや青味がかっている)、日中の太陽光 (中間色)、夕方及び明け方の太陽光 (金色)、及び夕暮れ (濃い赤) 等の照明源に対して大きく変化する。これらの同一の照明源は非常に小さい大きさの GM 色成分座標の値を有している。このように、色座標値の演算に基礎を置く色成分座標 (ILL) のための数学的公式化の選択は重要である。 ILL 色成分座標はシーン照明源の自然変化に本質的に関係する。これらの自然のシーン照明源は、黒体放射源に近い色相線に関するクロミナンス軸に沿う。当業者は、色成分座標のための数学的公式化の選択は黒体放射源の色相線に正確には沿わず、 GM 及び ILL の公式化は近似的

10

20

30

40

50

に正しいことを認識しているであろう。黒体放射源の色相線に近似することができると共に、好適な実施形態の選択と同じであると本質的にみなし得る色成分軸の数学的公式化のための他の選択があることは、評価されるべきことであろう。

【 0 0 3 7 】

上述の議論においては本発明をデジタルカメラの構成要素として述べている一方、デジタル的な写真現像システムの構成要素として本発明を実行することもまた可能である。デジタル写真現像システムにおいて、デジタルカメラ及び写真フィルムスキャナを含む種々の源からデジタル画像を受け取ることが可能である。そのシステムは、デジタル画像の色特性を調節するためにデジタル画像を処理し、デジタルカラープリンタを用いて写真の印刷を実行する。このような本発明の実行において、補正されていないカラーデジタル画像の画素値はデジタル写真現像システムにより受け取られ、上述のようなホワイトバランス補正はデジタル写真現像システムにより実行される。このようにして、ときどき色バランスと呼ばれるホワイトバランス補正を実行することは、デジタル画像の色特性を調節する方法である。

10

【 0 0 3 8 】

本発明の重要な特徴の1つは、カメラのメタデータ、即ち、カメラにより記録され、デジタル画像を伴って転送される非画素データ、から由来するものとしてのホワイトバランス補正の決定である。特に、用いられるカメラのメタデータはデジタル画像に特徴的なカメラ捕捉パラメータに関する。絞り設定は、上述のように絞り値 A の形式でデジタル画像と共にメタデータとして受け取られる。同様にして、シャッター時間も、時間値 T の形式でメタデータとして受け取られる。露出指数 (ISO) もまた、速度値 S の形式でメタデータとして受け取られる。上述のように、シーンの輝度値 B は A 、 T 及び S から演算される。このようにして、デジタル写真現像システムは、カメラに記録された絞り値、時間値、速度値を用いて、受け取られたデジタル画像の色特性を調節する。

20

【 0 0 3 9 】

実用的なデジタル写真現像システムにおいて、一部の受け取られるデジタル画像はメタデータが添付されていないが、一方、他のデジタル画像は必要なメタデータ A 、 T 及び S を有し、更に他のデジタル画像は、カメラの中の光電デバイスから由来するシーン輝度の測定値 B に関連するメタデータを有している。 A 、 T 及び S を、シーン輝度の演算値、即ちシーン輝度の測定値の代わりに得るために用いられることに注目することは大事なことである。測定値は環境の照明強度に直接関係するため、一般に、シーン輝度の測定値は、シーン輝度の演算値より高い信頼性がある。環境の照明強度は、異なるタイプのシーン照明源は異なる特性の色を有するとの推定を用いている。本発明で用いているように、シーン照明の演算値は、電子フラッシュを用いないときのシーン照明の測定値に略等しい。電子フラッシュがカメラに用いられるとき、シーン輝度の演算値は、対応するシーン輝度の測定値から実質的に異なってしまふ。しかしながら、電子フラッシュが用いられた場合、得られるシーン輝度の演算値は、日中の太陽光の照明源を用いて得られる値、即ち、実際の環境照明源の輝度に比較してかなり高い値に、更によく一致する。本発明においては、実際に日中の太陽光と電子フラッシュ照明源は色が似ているという暗黙の了解がある。本発明は、ホワイトバランスの補正を中心に扱っているため、電子フラッシュ照明を用いた写真が結果的にシーン輝度の演算値が大きくなってしまふという事実は、達成可能なホワイトバランス補正の精度に著しく影響を及ぼすものではない。

30

40

【 0 0 4 0 】

電子フラッシュ照明条件及びシーン輝度の測定値 B に関するカメラのメタデータが利用可能であるとき、デジタル写真現像システムは、シーン照明の演算値の代わりにシーン照明の測定値を優先的に用いる。デジタル画像を得るために電子フラッシュを用いない、ことをメタデータが表す場合、本発明は、上述のホワイトバランス補正を適用し、シーン輝度の測定値を用いる。したがって、測定された B が利用可能でないとき、即ち、シーン輝度の測定値が受け取られないとき、デジタル写真現像システムは、メタデータ量、 A 、 T 及び S から導き出されるものとしてのシーン照明の計算値 B を用いる。

50

【 0 0 4 1 】

本発明の目的に対して、絞り値という表現は、カメラの絞り設定が由来するものであれば如何なるメタデータをも表すことは、注目すべき点である。同様にして、時間値という表現は、カメラのシャッタ速度、即ち、機械的または同等の電氣的シャッタ速度が由来するものであれば如何なるメタデータも表す。速度値という表現は、カメラの露出指数が由来するメタデータであれば如何なるものであると表す。

【 0 0 4 2 】

実用的なデジタル写真現像システムにおいて、種々の異なるメタデータ要素を有する種々の異なるタイプのデジタルカメラから、デジタル画像を受け取ることが可能である。特に、一部のデジタルカメラは、デジタル画像データに関してかなりのホワイトバランス補正を既に実行している。デジタル写真現像システムにより受け取られた一部の画像に対して、デジタル画像が人工的なシーン照明源に関するホワイトバランスを前もって補正したかどうかを表すプレバランス (pre-balance) メタデータタグはデジタル画像の画素データと共にまた受け取られる。プレバランスメタデータタグが受け取られ、対応するデジタル画像が人工的なシーン照明源に関するホワイトバランスを予め補正したことを示すとき、本発明は上述のホワイトバランス補正を適用しない。プレバランスメタデータタグが受け取られ、対応するデジタル画像が人工的なシーン照明源に関するホワイトバランスを予め補正していないことを示すとき、本発明は上述のホワイトバランス補正を適用する。

【 0 0 4 3 】

本発明を使用することにより、デジタルカメラのデジタル写真現像システムのような競業企業の製品の構成要素を検出することが可能である。デジタル写真現像システムにおいて、シーン照明源、即ち日中の太陽光、夕方の太陽光、及び曇り空、に関して変化する自然シーンを扱うデジタルカメラによりテストデジタル画像のセットが必要とされる。ホワイトバランス補正がデジタル画像に適用されないように構成された場合、デジタルカメラは、上述のように、メタデータ量、A、T 及び S を記録する。次いで、テストデジタル画像のセットの複写、即ち、画素値に関する適切な複製が作られる。続いて、メタデータ量 A、T 及び S が、テスト画像の複写のためのデジタル画像ファイルから削除される。テストデジタル画像のオリジナルのセット、及びテストデジタル画像の変更されたメタデータセットは、競合企業のデジタル写真現像システムに送られ、これにより、2つのデジタル画像のセットから写真プリントが得られる。これら2つのデジタル画像のセットの画素データは同一であるから、得られた写真プリントの色特性における如何なる変化もカメラのメタデータによるものであるに違いない。同様にして、上述のように選択されたメタデータ項目を削除することによる何らかのメタデータ量の特異な組み合わせへの依存があるかどうかを決定するために、テストがまた実行される。特に、シーン輝度値 B のメタデータは、結果として得られる写真プリントが色依存性を示すかどうかを決定するために、画像データファイルに挿入される。

【 0 0 4 4 】

競合企業のデジタルカメラの構成要素として本発明を用いる可能性を決定することが可能である。スタジオのテストシーンは、制御されたシーン輝度値を得ることが可能であるタングステン照明源を用いて構成される。2つのデジタル画像が、問題となっているデジタルカメラを用いて得られる。第1のデジタル画像は電子フラッシュを使用しないデジタルカメラによる弱い環境照明を用いて得られるものであり、第2のデジタル画像はカメラレンズを覆うようにして適用されたニュートラルデンシティフィルタと電子フラッシュを自動制御で用いないデジタルカメラのようなデジタルカメラによる強い環境照明レベルを用いて得られるものである。デジタルカメラは、両方のデジタル画像に対して同一のFナンバーと露出時間を用いる。第2デジタル画像は、ニュートラルデンシティフィルタと強い環境照明レベルの組み合わせによる自動ホワイトバランス補正アルゴリズムの適用に先立って第1デジタル画像と本質的に同じ始動の画素値を有する。したがって、2つのデジタル画像についてのシーン輝度の演算値は本質的に同じであるが、一方、シーン輝度の測定値は異なる筈である。表示装置で見たときに、第1及び第2デジタル画像が色かぶりにお

10

20

30

40

50

いて違いがない場合、テストを行うデジタルカメラに本発明を用いる可能性は非常に少ないように思われる。しかしながら、第1画像がホワイトバランスについて著しい補正を示し、第2画像がそうでない場合、第1及び第2デジタル画像における差は測定されるシーン輝度値のみであるため、本発明はまたデジタルカメラにおいて実行することができる可能性がある。両者のデジタル画像がホワイトバランスに対して著しく一貫性のある補正を示すか、或いは示さない場合、本発明は、問題となっているデジタルカメラにおいて実行できる可能性はないように思われる。明確な表示結果が得られるかどうかを決定するために、このテストは環境の照明レベルの異なる絶対値を伴って繰り返されなければならない。

【0045】

コンピュータプログラムプロダクトは1つ以上の記憶媒体を含む。例えば、磁気ディスク（フロッピー（登録商標）ディスク等）または磁気テープ等の磁気記憶媒体、光ディスク、光テープ、または機械可読バーコード等の光記憶媒体、ランダムアクセスメモリ（RAM：Random Access Memory）または読み出し専用メモリ（ROM：Read-Only Memory）等の固体電子媒体、または、本発明に従った方法を実行する1つ以上のコンピュータを制御するための指令を有するコンピュータプログラムを記憶するために用いられる、他の任意の物理装置または媒体、である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に従った電子カメラのブロック図である。

【図2】図1のブロック22の詳細ブロック図である。

【図3】図2のブロック32の詳細ブロック図である。

【図4】図3のブロック42の詳細ブロック図である。

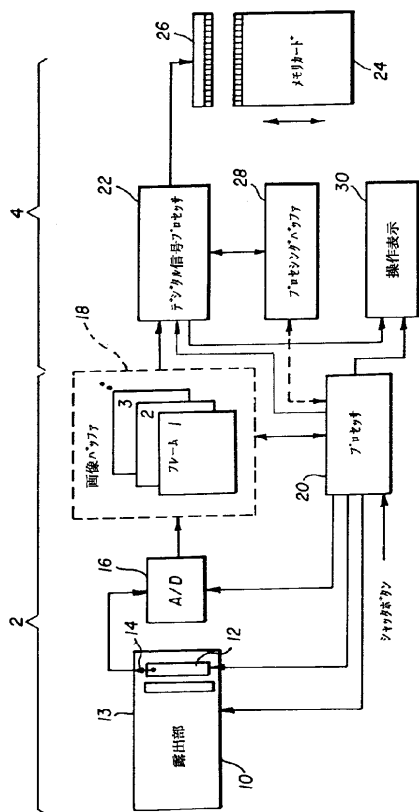
【図5】図3のブロック46の詳細ブロック図である。

【符号の説明】

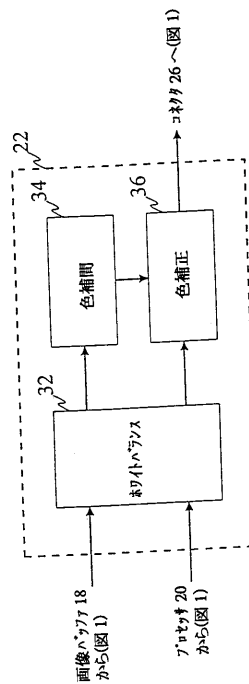
2	入力部	
4	補間及び記録部	
10	露出部	
12	イメージセンサ	
13	カラーフィルタ配列	
14	出力ダイオード	30
16	A/Dコンバータ	
18	画像バッファ	
20	コントロールプロセッサ	
22	デジタル信号プロセッサ	
24	メモリカード	
26	コネクタ	
28	プロセッシングバッファ	
30	操作表示パネル	
32	ホワイトバランスブロック	
34	色補間ブロック	40
36	色補正ブロック	
42	Ave I11を演算するブロック	
44	Bvを演算するブロック	
46	シーン照明を決定するブロック	
48	ホワイトバランスを演算するブロック	
52	RGB画像データをパクセライズするブロック	
54	対数Uスペースブロック	
56	sbaNeu18値を演算するブロック	
58	有用パクセルを選択するブロック	
60	Ave I11を演算するブロック	50

- 6 2 ディジションブロック
- 6 4 照明スコア (Z) を演算するブロック
- 6 6 ディジションブロック
- 6 8 ディジションブロック
- 7 0 シーン照明を日中の太陽光として分類するブロック
- 7 2 シーン照明を蛍光として分類するブロック
- 7 4 シーン照明をタングステンとして分類するブロック

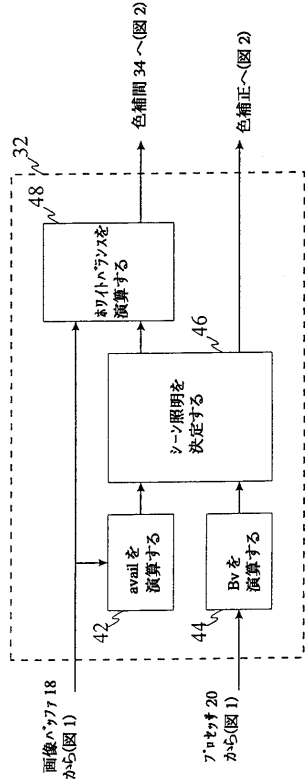
【図 1】



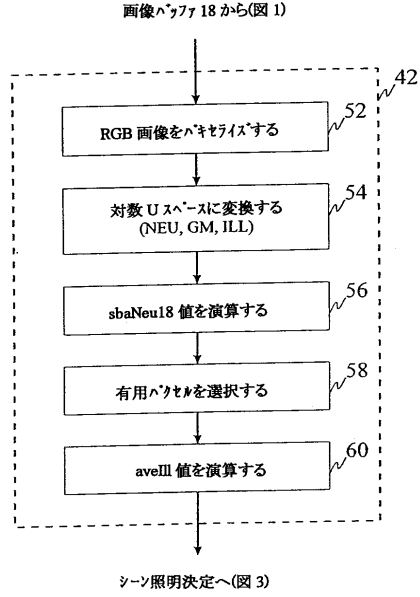
【図 2】



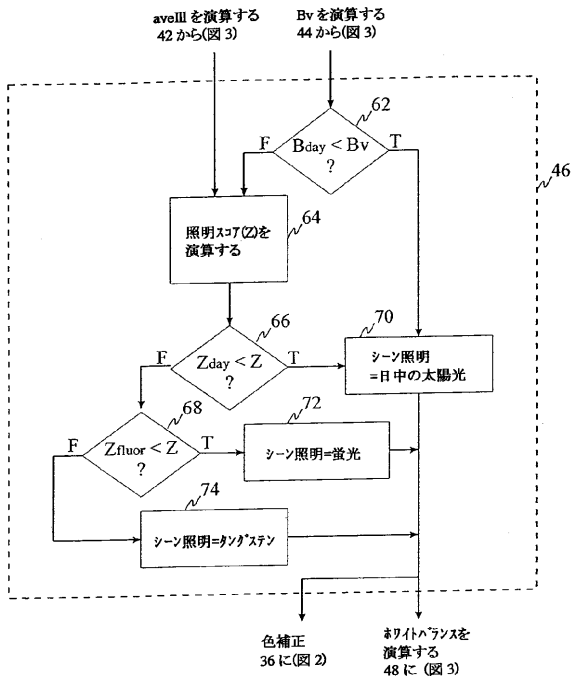
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジョン フランクリン ハミルトン, ジュニア
アメリカ合衆国 ニューヨーク 1 4 6 1 7 ロチェスター オークビュー・ドライブ 2 5 3 7
- (72)発明者 ブルース ハロルド ビルマン
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 佐藤 直樹

- (56)参考文献 特開平08 - 2 5 1 6 2 0 (J P , A)
特開昭62 - 0 2 3 6 8 6 (J P , A)
特開昭61 - 1 3 1 6 9 6 (J P , A)
特開2001 - 1 7 7 8 4 4 (J P , A)
特開平11 - 1 3 6 6 9 8 (J P , A)
特開2000 - 2 2 4 6 0 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/73

H04N 9/04