

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4534340号
(P4534340)

(45) 発行日 平成22年9月1日(2010.9.1)

(24) 登録日 平成22年6月25日(2010.6.25)

(51) Int. Cl.	F I	
HO4N 9/64 (2006.01)	HO4N 9/64	Z
HO4N 9/73 (2006.01)	HO4N 9/73	B
GO6T 1/00 (2006.01)	GO6T 1/00	5 I O
HO4N 1/60 (2006.01)	HO4N 1/40	D
HO4N 1/46 (2006.01)	HO4N 1/46	Z

請求項の数 1 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-332972 (P2000-332972)
 (22) 出願日 平成12年10月31日(2000.10.31)
 (65) 公開番号 特開2002-142231 (P2002-142231A)
 (43) 公開日 平成14年5月17日(2002.5.17)
 審査請求日 平成19年2月28日(2007.2.28)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100122884
 弁理士 角田 芳未
 (74) 代理人 100113516
 弁理士 磯山 弘信
 (74) 代理人 100108051
 弁理士 小林 生央
 (72) 発明者 加藤 直哉
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内

審査官 益戸 宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色再現補正装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像した画像の画像データと、撮像光源についての推定結果の情報である前記撮像光源の種類についての情報と、前記撮像光源の色度点データを含む情報とを出力する画像入力装置から、前記色度点データを受取り、ホワイトバランス用補正行列データを生成するホワイトバランス行列生成部と、

前記画像入力装置から前記撮像光源の種類についての情報を受取り、前記撮像光源の種類についての情報に基づいて前記撮像光源の光源系統を示す撮像光源系統を決定すると共に、別途入力される観察光源の種類についての情報に基づいて前記観察光源の光源系統を示す観察光源系統を決定する光源系統決定部と、

所定の等色関数データ、前記光源系統決定部で決定された前記撮像光源系統と前記観察光源系統との分光特性データ、所定の被撮像物の光学特性データおよび前記ホワイトバランス用補正行列データを用いて、被撮像物の光学特性を反映した変換行列データを生成する変換行列生成部と、

前記変換行列データを用いて、前記画像データに対して色再現補正を行う色補正処理部と、

前記観察光源の種類についての情報を前記光源系統決定部に供給すると共に、前記変換行列生成部が生成する前記変換行列データを前記色補正処理部に供給する制御部とを有する色再現補正装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

本発明は、色再現補正装置に関する。特に、同一の視環境下または異なる視環境下において、所望の演色性で画像の色再現を行うための補正装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来技術】

従来、カメラ等の画像入力装置により撮像された像が観察時の視環境によって見え方が異なり、所望の色で再現されない場合があることが知られている。これは、撮像時の光源（以下、撮像光源という）と観察時の光源（以下、観察光源という）の演色性が大きく異なる場合などにみられる。例えば、日光系の光源であるD65光源下で撮像された像が高効率型蛍光灯系の光源であるF5光源下で観察された場合に、再現される色は大きく異なってしまうということがある。

10

【 0 0 0 3 】

また、同一系統の光源については、撮像された白色を白色として再現させるためのホワイトバランスと呼ばれる補正を施すことによって、同一系統の光源間で色再現が良好にできることも知られている。ここで、撮像光源の推定が正確になされる必要があることは言うまでもない。そして、従来は、色再現補正としてホワイトバランスが施されている。

【 0 0 0 4 】

一方、日光系の光源は演色性が高く、蛍光灯系の光源は演色性が低いことが知られているが、蛍光灯系の光源下で撮像された像を日光系の光源の演色性で再現したいという要求もある。

20

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ホワイトバランスは無彩色を無彩色として再現するための補正であることから、撮像光源と観察光源の演色性が大きく異なる場合は、ホワイトバランスのみによる色再現補正では有彩色を良好に色再現できないという問題がある。

【 0 0 0 6 】

また、撮像光源と観察光源毎に色再現補正を行うための補正係数を用意するのでは、大変煩雑な処理を要するという問題がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、撮像光源と演色性の異なる観察光源で画像が再現される場合でも、良好で簡易に色再現できる色再現補正装置を提供することにある。

30

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、本発明の色再現補正装置は、撮像した画像の画像データと、撮像光源についての推定結果の情報である撮像光源の種類についての情報と、撮像光源の色度点データを含む情報とを出力する画像入力装置から、色度点データを受取り、ホワイトバランス用補正行列データを生成するホワイトバランス行列生成部と、画像入力装置から撮像光源の種類についての情報を受取り、撮像光源の種類についての情報に基づいて撮像光源の光源系統を示す撮像光源系統を決定すると共に、別途入力される観察光源の種類についての情報に基づいて観察光源の光源系統を示す観察光源系統を決定する光源系統決定部と、所定の等色関数データ、光源系統決定部で決定された撮像光源系統と観察光源系統との分光特性データ、所定の被撮像物の光学特性データおよびホワイトバランス用補正行列データを用いて、被撮像物の光学特性を反映した変換行列データを生成する変換行列生成部と、変換行列データを用いて、画像データに対して色再現補正を行う色補正処理部と、観察光源の種類についての情報を光源系統決定部に供給すると共に、変換行列生成部が生成する変換行列データを色補正処理部に供給する制御部とを有する。

40

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明に係る一実施の形態の色再現補正装置 1 0 0 の全体構成を示す図である。

50

図1において、色再現補正装置100は、操作部110、制御部120、ホワイトバランス行列生成部130、光源系統決定部140、変換行列生成部150、記憶部160および色補正処理部170から構成される。制御部120は、他の全ての構成部と接続される。

【0013】

以下に、上記各構成部の動作について説明する。以下の説明では、色再現補正装置100には、公知の光源推定技術を用いて撮像光源を推定した結果、得られた推定光源データおよび推定された光源についての色度点データが外部から入力されることを前提とする。また、色再現補正装置100には、画像データも外部から入力されるものとする。

操作部110には、色再現補正を行うのに必要な設定等を行うためのメニュー画面が表示され、キー等を用いてその設定がされる。また、操作部110には、処理の開始・停止等の指示、データの入力、その他の入力がなされる。さらに、各構成部での処理の状態や処理結果等が表示される。操作部110の出力は、制御部120に、または、制御部120を介して各構成部に伝達される。

【0014】

制御部120は、操作部110から出力される設定、指示、データ等に応じて各処理部に所定の指示やデータ等を出力し、各構成部から制御部120に出力される信号に応じて他の構成部に指示やデータ等を出力する等の処理を行う。例えば、後述する変換行列生成部150からの要求により後述する記憶部160からデータを読み出し、変換行列生成部150に出力したり、変換行列生成部150が出力した結果を色補正処理部170に出力したりする等の処理を行う。また、上記の光源推定の結果がホワイトバランス行列生成部130および光源系統決定部140に入力される都度、以下の各部を制御して色再現補正用の変換行列を作成して更新し、更新した変換行列を用いて色再現補正を行うように制御する。

【0015】

ホワイトバランス行列生成部130は、制御部120からの指示に従って、推定された光源についての色度点データ(R_w 、 G_w 、 B_w)を受取り、以下の式(1)に基づいてホワイトバランス用の補正行列 M_{WB} を生成する。

【数1】

$$M_{WB} = \begin{bmatrix} 1/R_w & 0 & 0 \\ 0 & 1/G_w & 0 \\ 0 & 0 & 1/B_w \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで、 R_w 、 G_w 、 B_w は、各々、推定された光源についての色度点のR、G、B成分を示すことは言うまでもない。

【0016】

光源系統決定部140は、制御部120からの指示に従って、外部から入力される推定光源データを受取り、推定された光源の種類についての情報と制御部120を介して得られる観察光源の種類についての情報とのに基づいて、撮像光源と観察光源との光源系統を決定する。

上記の光源系統として、例えば、D系(日光系)、FB系(高効率型蛍光灯系)、FP系(3波長型蛍光灯系)およびA系(白熱灯(黒体放射)系)等がある。各系統は、さらに、

D系(日光系)：CIE/D50(5003K)、D55(5503K)、D65(6504K)、D75(4504K)等、

FE系(高効率型蛍光灯系)：CIE/F1(6430K)、F2(4240K)、F3(3450K)、F4(2940K)、F5(6350K)、F6(4150K)等、

FP系(3波長型蛍光灯系)：CIE/F10(5000K)、F11(4000K)、F12(3000K)等、

A系(白熱灯(黒体放射)系)：CIE/A(2856K)等

のように分類される。

【 0 0 1 7 】

変換行列生成部 1 5 0 は、制御部 1 2 0 の指示に従って、ホワイトバランス行列生成部 1 3 0 から補正行列 M_{WB} を受取り、光源系統決定部 1 4 0 から撮像光源と観察光源との光源系統の情報を受取る。また、後述する記憶部 1 6 0 から、等色関数のデータ S 、撮像光源と観察光源の光源系統の各光源分光特性データ L_m 、 L_n 、および被撮像体の分光反射率について主成分分析して得られた固有行列データ B 等を受取り、下式 (2) に基づいて行列 A を計算する。

【 数 2 】

$$A = S^t \cdot L \cdot B \quad (2)$$

10

ここで、 L は光源の分光特性データであり、光源が撮像光源の場合は L として L_m が用いられ、観察光源の場合は L_n が用いられる。以下、この行列 A を係数行列 A という。生成された係数行列 A は制御部 1 2 0 経由で記憶部 1 6 0 に格納され、その後の処理において、このように格納された係数行列 A が以下の処理を行う際に用いられるのでも良い。

【 0 0 1 8 】

等色関数のデータには、CIE/1931等がある。ここでは、等色関数として、例えば、CIE1931等色関数 $S = (x(\lambda), y(\lambda), z(\lambda))$ を用いる。その際、 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$ は、波長 $\lambda = [\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N]$ における各 x 、 y 、 z 成分のデータを並べて、

【 数 3 】

$$\begin{aligned} \underline{x}(\lambda) &= [x(\lambda_1), x(\lambda_2), \dots, x(\lambda_N)]^t, \\ \underline{y}(\lambda) &= [y(\lambda_1), y(\lambda_2), \dots, y(\lambda_N)]^t, \\ \underline{z}(\lambda) &= [z(\lambda_1), z(\lambda_2), \dots, z(\lambda_N)]^t \end{aligned}$$

20

のように表すことができる。ここで、 t は行列の転置を意味する。

【 0 0 1 9 】

光源分光特性データ L も、波長 $\lambda = [\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N]$ におけるデータを並べて、以下に示す ($N \times N$) の対角行列で表すことができる。

【 数 4 】

$$L = \begin{bmatrix} L(\lambda_1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & L(\lambda_2) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \cdot & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & L(\lambda_N) \end{bmatrix}$$

30

【 0 0 2 0 】

固有行列 B は、主成分分析において得られた固有ベクトルのうち、寄与の大きい方から所定の個数 Q 、以下のように並べたものである。

40

【 数 5 】

$$B = [\underline{B}_1, \underline{B}_2, \dots, \underline{B}_k, \dots, \underline{B}_Q]$$

ここで、固有ベクトル \underline{B}_k (k は 1 から Q までのいずれかの整数) は、 N 次元の列ベクトルであり、ベクトルの個数 Q は、例えば、操作部 5 1 0 から指定することもできる。図 2 に、固有ベクトル \underline{B}_k の一例を示す。図の横軸は、波長 (単位 nm) であり、縦軸は、その波長でのベクトルの値である。この例では、寄与の大きい順番にベクトルを 3 つ (P C

50

1、PC2、PC3)、すなわち、ベクトルの個数Qが3の場合を示す。

【0021】

変換行列生成部150は、ホワイトバランス行列生成部130から受け取った補正行列 M_{WB} と上記の係数行列A(計算で生成されたものでも記憶部160に格納されていたものでも良い)を用い、以下の式(3)に基づいて変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ を生成する。

【数6】

$$M_{m \rightarrow n} = M_{WB}(n) \cdot A_n \cdot (M_{WB}(m) \cdot A_m)^{-1} \quad (3)$$

10

ここで、 A_m は撮像光源についての係数行列であり、 A_n は観察光源についての係数行列である。

【0022】

例えば、光源の系統「m」が上記のFE系統であり、光源の系統「n」がD系統である場合の式(3)および式(1)の計算例は、以下のように表される。

【数7】

$$M_{FE \rightarrow D} = M_{WB}(D) \cdot A_D \cdot (M_{WB}(FE) \cdot A_{FE})^{-1}$$

$$= \begin{bmatrix} 1.20 & -0.28 & 0.11 \\ -0.06 & 0.88 & 0.19 \\ 0.01 & -0.02 & 1.01 \end{bmatrix} \quad (4)$$

20

$$A_{FE} = S^t \cdot L_{FE} \cdot B \quad (5)$$

この例に示されるように、 $M_{FE \rightarrow D}$ は、単位行列から大幅にずれることが分かる。

【0023】

同様に、光源の系統「n」がD系統で、光源の系統「m」が上記のFP系統、A系統の場合の $M_{m \rightarrow n}$ の計算例は、以下のように表される。

【数8】

$$M_{FP \rightarrow D} = \begin{bmatrix} 1.06 & -0.13 & 0.10 \\ -0.01 & 0.77 & 0.23 \\ 0.01 & -0.03 & 1.01 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$M_{A \rightarrow D} = \begin{bmatrix} 0.85 & 0.12 & 0.02 \\ -0.04 & 0.88 & 0.16 \\ 0.03 & -0.12 & 1.08 \end{bmatrix} \quad (7)$$

40

【0024】

記憶部160は、制御部120からの制御に従って所定の情報を格納する。記憶される情報としては、制御部120に入力される入力情報のうち、例えば、等色関数のデータS、光源系統の光源分光特性データL、固有行列データB、操作部110におけるメニュー画面での設定内容、ホワイトバランス行列生成部130で生成されたホワイトバランス用の補正行列 M_{WB} 、光源系統決定部140で決定された撮像光源と観察光源との光源系統の情報、変換行列生成部150で生成された係数行列Aおよび変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ 等の所定の定数やデータが含まれる。なお、他のデータを記憶されるデータから排除するものでないことは言うまでもない。

【0025】

50

色補正処理部 170 は、外部から入力された画像データに対し、変換行列生成部 150 で生成された変換行列を用いて色再現補正処理を行い、色再現補正後の画像データを出力する。色補正処理部 170 での処理は、操作部 110 からの指示に基づいた制御部 120 の制御に従って行われる。この色再現補正処理は、以下の式で示されるような変換に基づいて行われる。

【数 9】

$$[f_n^R, f_n^G, f_n^B]^t = M_{m \rightarrow n} \cdot [f_m^R, f_m^G, f_m^B]^t \quad (8)$$

ここで、 f_m^R 、 f_m^G 、 f_m^B は、各々、色再現補正前の画像データ（光源「 m 」）における R、G、B 信号成分のデータであり、 f_n^R 、 f_n^G 、 f_n^B は、各々、色再現補正後の画像データ（光源「 n 」）における R、G、B 信号成分のデータである。

【0026】

以下に、実施の形態 1 に係る色再現補正方法における処理の流れを説明する。図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る色再現補正方法における変換行列を生成するための処理の流れを示すフローチャートである。図 3 において、ステップ S310 で、制御部 120 は、ホワイトバランス行列生成部 130 および光源系統決定部 140 に光源推定で得られたデータが新たに入力されたか否かを判断する。光源推定結果のデータが新たに入力されたと判断した場合は、処理はステップ S320 に進み、新たに入力されていないと判断した場合は、ステップ S380 に移る。ステップ S320 で、制御部 120 は、ホワイトバランス行列生成部 130 および光源系統決定部 140 に新たに入力されたデータと、記憶部 160 に保存されている過去に入力されたデータとを比較し、新たに入力されたデータが変更されているか否かを判断する。新たに入力されたデータが更新されたと判断した場合は、処理はステップ S330 に移り、更新されていないと判断した場合は、処理はステップ S380 に移る

【0027】

ステップ S330 で、制御部 120 は、新たに入力されたデータを記憶部 160 に格納する。このデータ格納は、過去のデータを新たに入力されたデータに置き換える格納でも良い。ステップ S340 で、制御部 120 は、係数行列 A が記憶部 160 に格納されているか否かを判断し、格納されていると判断した場合は、処理はステップ S350 に進み、格納されていないと判断した場合は、処理はステップ S360 に移る。

【0028】

ステップ S340 で、係数行列 A が記憶部 160 に格納されていると判断した場合は、制御部 120 は、ステップ S350 で、記憶部 160 から係数行列 A を取り込んで変換行列生成部 150 に出力する。ステップ S340 で、格納されていないと判断した場合は、制御部 120 は、ステップ S360 で、記憶部 160 から等色関数データ S、撮像光源と観察光源の光源系統の各光源分光特性データ L_m 、 L_n 、および固有行列データ B 等を受取り、上記の式 (2) に基づいて行列 A を計算する。ここで、光源分光特性データは、光源系統決定部 140 が決定した光源についてのものであることは言うまでもない。なお、ここで形成した係数行列 A を記憶部 160 に格納するのも良い。

【0029】

ステップ S370 で、変換行列生成部 150 は、制御部 120 の制御に従って、ホワイトバランス行列生成部 130 から補正行列 M_{WB} を受取り、ステップ S350 またはステップ S360 で得られた係数行列 A とこのホワイトバランス用の補正行列 M_{WB} とを用いて変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ を生成し、制御部 120 に出力する。制御部 120 は、この変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ を記憶部 160 に記憶するのも良い。最後に、ステップ S380 で、制御部 120 は、操作部 110 からの指示等の所定の情報をもとに処理を終了すべきか否かを判断し、終了すると判断した場合は、処理を終了し、終了しないと判断した場合は、処理はステップ S310 に移り、上記の処理を繰り返す。

10

20

30

40

50

【0030】

図4は、本実施の形態1に係る色再現補正方法における色再現補正処理の流れを示すフローチャートである。図3において、ステップS410で、制御部120はあらかじめ決められた変換行列 M_{m_n} を記憶部160から取り込む等の所定の初期設定を行う。ステップS420で、色補正処理部170は、制御部120の制御に従って外部から画像データの取り込みを行う。所定量の画像データを取り込んだ後、ステップS430で、上記の式(8)に基づいて色再現補正を行い、色再現補正後の画像データを外部に出力する。

【0031】

ステップS440で、制御部120は、操作部110からの指示等の所定の情報をもとに処理を終了すべきか否かを判断し、終了すると判断した場合は、処理を終了し、終了しないと判断した場合は、処理はステップS450に移る。ステップS450で、制御部120は、変換行列生成部150が変換行列 M_{m_n} を生成したか否かを判断する。なお、この判断は、160に格納されている変換行列 M_{m_n} をもとに行うのでも良い。変換行列 M_{m_n} が更新されたと判断した場合は、処理はステップS460に進み、更新された変換行列 M_{m_n} を取り込んでステップS420以降の処理を繰り返す。更新されていないと判断した場合は、処理はステップS420に移り、ステップS420以降の処理を繰り返す。

【0032】

以上説明したように、本実施の形態1によれば、観察光源または観察したい演色性に依じて変換行列 M_{m_n} を作成し、この変換行列 M_{m_n} を用いて画像データを補正することにしたので、実際の観察光源環境や所望の演色性が想定された当初のものと異なる場合でも、実際の観察光源環境において画像を良好に色再現できると共に、所望の演色性で色再現可能な色再現補正方法および装置が実現できる。

【0033】

また、主成分分析によって得られた固有ベクトルの中から寄与の大きいものを所定数、変換行列 M_{m_n} の生成に用い、その変換行列 M_{m_n} を用いて色再現補正をすることにしたので、煩雑で大量の記憶容量を要する変換行列 M_{m_n} の生成処理を簡易に行うことができる。

【0034】

また、色変換技術とホワイトバランス技術とを組み合わせることで、同一光源系統内で複数の変換行列 M_{m_n} を生成する処理を除去することができ、変換行列 M_{m_n} 作成に要する処理を削減することが可能となる。

【0035】

実施の形態2

上記、実施の形態1における色再現補正方法および装置は、所定の観察光源用の画像データに変換するものであった。しかし、ある光源下で物体を見たときに見える色をそのまま再現する(以下、色の見えの保持という)ことを目的とする場合もある。すなわち、低演色性の光源を用いて撮像された画像であっても、そのままの色で再現することを目的とする場合もある。そのため、特定の変換行列 M_{m_n} のみを用いるのではなく、変換行列 M_{m_n} と単位行列とに重み付けして組み合わせる方法は、上記の色の見えの保持に有効である。本実施の形態2では、変換行列 M_{m_n} と単位行列とに所定の重み付けしたものを組み合わせる方法および装置について記載する。

【0036】

図5は、実施の形態2に係る色再現補正装置100の全体構成を示す図であり、その構成は、実施の形態1において示したものに、重み付き変換行列生成部180を追加したものである。

【0037】

実施の形態2において、操作部110は、実施の形態1に示された設定に加え、所定の表示をし、重み付き変換行列 $M_{m_n}^{comp}$ を生成するか否かの入力を持つ。生成するとされた場合には、変換行列 M_{m_n} 毎の重み係数についての入力も待つ。または、それらの重み係数をあらかじめ記憶部160に格納しておき、その中から選択させることも可能であり、

10

20

30

40

50

他の方法を排除するものではない。入力があった場合にその情報を制御部 120 に出力し、制御部 120 では、この情報に基づいて各部の制御を行うと共に、この変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ 毎の重み係数についての情報を重み付き変換行列生成部 180 に出力する。なお、その重み係数を記憶部 160 に格納するのでも良い。重み付き変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{comp}$ を計算するとされた場合、重み付き変換行列生成部 180 は、変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ 毎にその変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ の重み係数および、それと同じサイズの単位行列の重み係数を決定する。そして、それらの行列と重み係数との積和をとり重み付き変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{comp}$ を計算し、制御部 120 に出力する。

【0038】

図 6 は、本実施の形態 2 に係る色再現補正方法における色再現補正処理で用いる重み付き変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{comp}$ を生成するための処理の流れを示すフローチャートである。以下に、図 6 を参照して、重み付き変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{comp}$ を生成するための処理の流れを説明する。なお、この重み付き変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{comp}$ を用いた場合の色再現補正処理の流れを示すフローチャートは、図 4 に示されるものと同じである。以下の説明では、実施の形態 1 で用いた図 3 の処理と同一の処理については同一の参照番号を付し、それらの説明を省略する。

【0039】

図 6 において、ステップ S601 で、制御部 120 は、設定された重み係数 K (以下、目標係数という) が 0 か否かを判断し、 K が 0 と判断した場合は、処理はステップ S602 に移り、0 でないと判断した場合は、処理はステップ S310 に移る。ステップ S602 で、重み付き変換行列生成部 180 は、重み付き変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{comp}$ に単位行列を設定し、制御部 120 に出力し、処理を終了する。この単位行列は、以下の処理によって変更されないものとする。

【0040】

制御部 120 が K は 0 でないと判断した場合は、実施の形態 1 で示したステップ S310 から S360 迄の処理を行い、変換行列生成部 150 は、ステップ S670 で、制御部 120 の制御に従って、ホワイトバランス行列生成部 130 から補正行列 M_{WB} を受取り、ステップ S350 またはステップ S360 で得られた係数行列 A とこのホワイトバランス用の補正行列 M_{WB} とを用いて変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ を生成する。なお、本実施の形態 2 では、変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ を制御部 120 に出力しない。したがって、この変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ は記憶部 160 に格納されない。ステップ S671 で上記の目標値を用いて、以下の式 (9) に基づいて重み付き変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{comp}$ を計算する。

【数 10】

$$M_{m \rightarrow n}^{comp} = K \cdot M_{m \rightarrow n} + (1 - K) \cdot I \quad (9)$$

ここで、 I は $M_{m \rightarrow n}$ と同じサイズの単位行列であり、 K が 1 のときは、光源を変更する場合の変換行列 $K \cdot M_{m \rightarrow n}$ が得られ、 K が 0 のときは、色の見えの保持を行う場合の変換行列 (すなわち、単位行列 I) が得られる。

【0041】

最後に、ステップ S380 で、制御部 120 は、操作部 110 からの指示等の所定の情報をもとに処理を終了すべきか否かを判断し、終了すると判断した場合は、処理を終了し、終了しないと判断した場合は、処理はステップ S310 に移り、上記の処理を繰り返す。

【0042】

以上説明したように、本実施の形態 2 によれば、変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ と単位行列に目標係数 K を介して重み付けし、それらの和をとって重み付き変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{comp}$ を生成することにしたので、観察光源を変更せずに色の見えの保持を行うというユーザの要望にも対応可能となった。

【0043】

実施の形態 3 .

上記、実施の形態 1 における色再現補正方法および装置は、変換行列 $M_{m \rightarrow n}$ を生成するのに主成分分析で得られた固有行列を用いていた。したがって、その固有行列は、主成分分析で用いられるデータの特徴に依存し、そのデータの統計性に偏りがある場合は、統計性を良好に反映しないことが考えられる。そのような場合は、観測データを用いて変換行列を生成するのではなく、カラーパッチ等の、色空間で色が均等に分布するような被撮像体について測色し、そのデータを用いて後述する方法で変換行列を生成するのが色再現性を向上するのに適している。本実施の形態 3 では、色空間において色が均等に分布する被撮像物の測色結果をもとに、誤差最小二乗法に基づいて色再現補正する方法および装置について記載する。

【 0 0 4 4 】

10

図 7 は、実施の形態 3 に係る色再現補正装置の全体構成を示す図であり、その構成は、実施の形態 1 において示したものに、関連処理部 190 を追加したものである。なお、関連処理部 190 は、必要に応じて着脱可能とすることもできる。

本実施の形態 3 において、上記の「色空間において色が均等に分布する被撮像物」として、例えば、カラーパッチを用い、CIE 13.3 の基本 8 色、CIE 13.3 で定義されている全てを含む 14 色、GretagMacbeth ColorChecker の 24 色等を測色する。

【 0 0 4 5 】

操作部 110 は、実施の形態 1 に示された設定に加えて所定の表示をし、カラーパッチの測色結果を用いた補正を行うか否かの入力を待つ。入力があった場合にその情報を制御部 120 に出力し、制御部 120 では、この情報に基づいて各部の制御を行うと共に、必要な場合には操作部 110 を介して測色するカラーパッチやその色の種類等をユーザに選択させる。記憶部 160 は、測色すべきカラーパッチや色の種類に関する情報をあらかじめ記憶しておき、制御部 120 からの制御によりその情報を関連処理部 190 に出力する。

20

【 0 0 4 6 】

関連処理部 190 は、制御部 120 の制御に従って、カラーパッチを測色し、測色で得られた結果から分光反射係数の相関行列 K_{rr} を生成する。さらに、以下に述べる式 (12) に基づいて行列 P_A を生成し、制御部 120 に出力する。

【 0 0 4 7 】

変換行列生成部 150 は、制御部 120 を介して行列 P_A を受取り、以下の式に基づいて変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{cor}$ を生成する。

30

【 数 1 1 】

$$M_{m \rightarrow n}^{cor} = M_{WB}(n) \cdot Q_n \cdot (M_{WB}(m) \cdot Q_m)^{-1} \quad (10)$$

$$Q = S^t \cdot L \cdot P_A \quad (11)$$

$$P_A = K_{rr} \cdot S \cdot (S^t \cdot K_{rr} \cdot S)^{-1} \quad (12)$$

変換行列生成部 150 で計算された変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{cor}$ は、制御部 120 を経由して色補正処理部 170 に出力される。色補正処理部 170 では、入力された画像データに対して変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{cor}$ を用いて色再現補正を行う。

40

【 0 0 4 8 】

図 8 は、本実施の形態 3 に係る色再現補正方法における色再現補正処理で用いる、測色データを用いて変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{cor}$ を生成するための処理の流れを示すフローチャートである。以下に、図 8 を参照して、測色データを用いて変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{cor}$ を生成するための処理の流れを説明する。なお、この、測色データを用いて生成した変換行列 $M_{m \rightarrow n}^{cor}$ を用いた場合の色再現補正処理の流れを示すフローチャートは、図 4 に示されるものと同じである。以下の説明では、実施の形態 1 で用いた図 3 の処理と同一の処理については同一の参照番号を付し、それらの説明を省略する。

【 0 0 4 9 】

50

図8において、ステップS801で、制御部120は、カラーパッチの測色データを用いて生成した分光反射率の共分散行列 K_{rr} が記憶部160に格納されているか否かを判断する。共分散行列 K_{rr} が格納されていると判断した場合は、処理はステップS310に進み、共分散行列 K_{rr} が格納されていないと判断した場合は、処理はステップS802に移る。ステップS802で、関連処理部190は、カラーパッチを測色し、その後、ステップS803で、上記の共分散行列 K_{rr} を生成する。なお、ここで生成された共分散行列 K_{rr} を記憶部160に格納しておくのでも良い。ステップS803の処理が完了すると、処理はステップS310に進む。ステップS310以降のステップでは、実施の形態1で示した処理と同様の処理がなされる。

【0050】

なお、ステップS340で、制御部120は、係数行列 Q が記憶部160に格納されているか否かを判断し、格納されていないと判断した場合は、制御部120は、ステップS860で、記憶部160から等色関数データ S 、撮像光源および観察光源の光源系統の各光源分光特性データ L_m 、 L_n 等を受取り、上記の式(12)に基づいて行列 P_A を計算する。そして、その結果を用い、上記の式(11)に基づいて係数行列 Q を計算する。ここで、光源分光特性データは、光源系統決定部140が決定した光源についてのものであることは言うまでもない。なお、ここで形成した係数行列 Q を記憶部160に格納するのでも良い。ステップS860以降のステップでの処理は実施の形態1に記載したものと同一である。なお、上記の共分散行列 K_{rr} の計算の方法としては、例えば、カラーパッチの測色結果の各色成分データについての共分散を計算し、それに対して等色関数データ S と光源分光特性データ L を用いて変換する方法等がある。共分散行列 K_{rr} の計算方法は公知であり、その説明を省略する。

【0051】

以上説明したように、本実施の形態3によれば、色空間で色が均等に分布する被撮像体を測色して得られた結果を用い、誤差最小法に基づいて変換行列 $M_{m \ n}$ を生成することにしたので、統計の偏りによる誤差を低減する色再現補正を実現できる。

【0052】

以上説明したように、本発明によれば、観察光源または観察したい演色性に応じて変換行列 $M_{m \ n}$ を作成し、この変換行列 $M_{m \ n}$ を用いて画像データを補正することにしたので、実際の観察光源環境や所望の演色性が想定された当初のものとは異なる場合でも、実際の観察光源環境において画像を良好に色再現できると共に、所望の演色性で色再現可能な色再現補正装置が実現できる。

【0053】

また、本発明によれば、主成分分析によって得られた固有ベクトルの中から寄与の大きいものを所定数、変換行列 $M_{m \ n}$ の生成に用い、その変換行列 $M_{m \ n}$ を用いて色再現補正をすることにしたので、煩雑で大量の記憶容量を要する変換行列 $M_{m \ n}$ の生成処理を簡易に行うことができる。

【0054】

また、本発明によれば、色変換技術とホワイトバランス技術とを組み合わせることで、同一光源系統内で複数の変換行列 $M_{m \ n}$ を生成する処理を除去することができ、変換行列 $M_{m \ n}$ 作成に要する処理を削減することが可能となる。

【0055】

また、本発明によれば、変換行列 $M_{m \ n}$ と単位行列に目標係数 K を介して重み付けし、それらの和をとって重み付き変換行列 $M_{m \ n}^{comp}$ を生成することにしたので、観察光源を変更せずに色の見えの保持を行うというユーザの要望にも対応可能となった。

【0056】

また、本発明によれば、色空間で色が均等に分布する被撮像体を測色して得られた結果を用い、誤差最小法に基づいて変換行列 $M_{m \ n}$ を生成することにしたので、統計の偏りによる誤差を低減する色再現補正を実現できる。

【図面の簡単な説明】

10

20

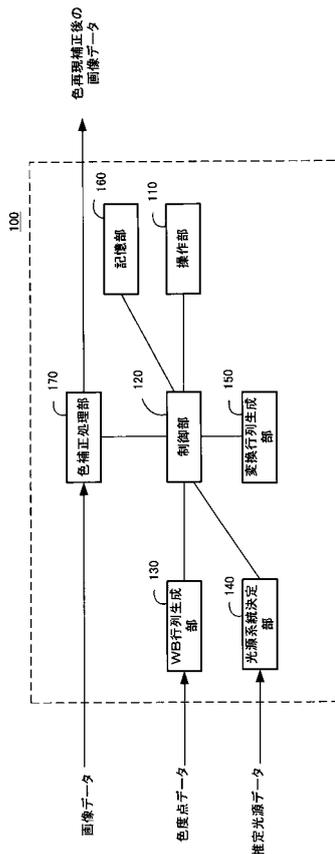
30

40

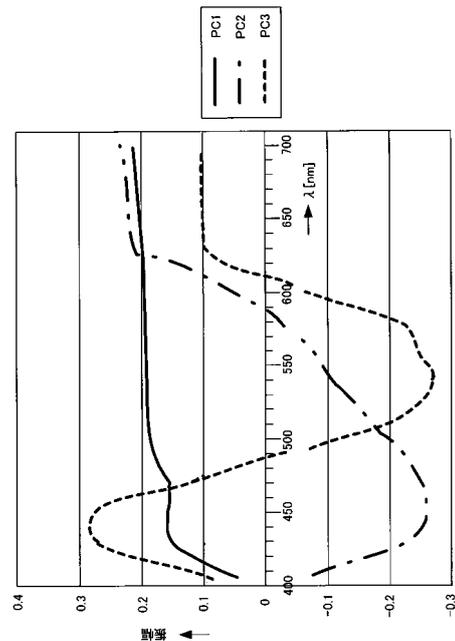
50

- 【図1】 本発明の実施の形態1に係る色再現補正装置の全体構成を示す図である。
- 【図2】 主成分分析において得られる固有ベクトルのうち、寄与の大きいベクトル3つを一例として示す図である。
- 【図3】 実施の形態1に係る色再現補正方法における色再現補正処理で用いる変換行列を生成するための処理の流れを示すフローチャートである。
- 【図4】 実施の形態1に係る色再現補正方法における色再現補正処理の流れを示すフローチャートである。
- 【図5】 実施の形態2に係る色再現補正装置の全体構成を示す図である。
- 【図6】 実施の形態2に係る重み付き変換行列を生成するための処理の流れを示すフローチャートである。
- 【図7】 実施の形態3に係る色再現補正装置の全体構成を示す図である。
- 【図8】 実施の形態3に係る測色データを用いて変換行列を生成するための処理の流れを示すフローチャートである。
- 【符号の説明】
 100...色再現補正装置、110...操作部、120...制御部、130...ホワイトバランス行列生成部、140...光源系統決定部、150...変換行列生成部、160...記憶部、170...色補正処理部、180...重み付き変換行列生成部、190...相関処理部

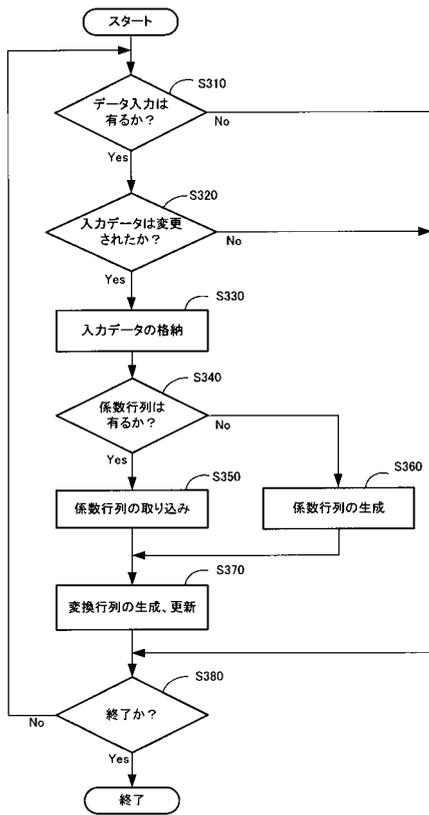
【図1】



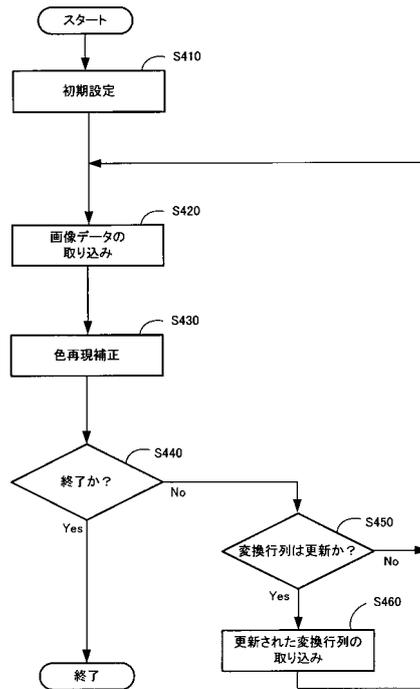
【図2】



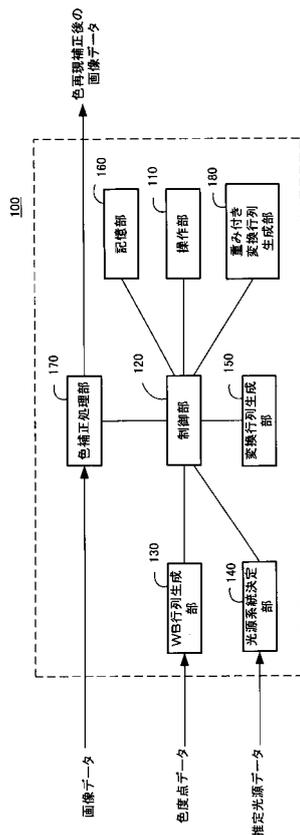
【図3】



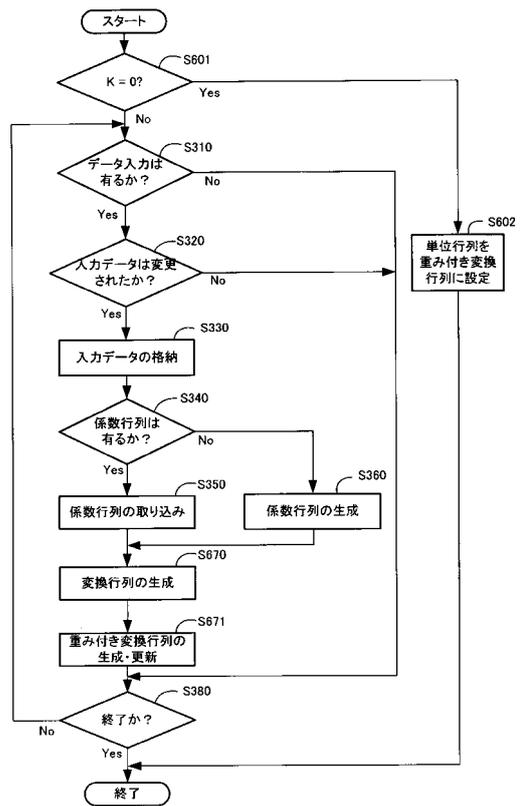
【図4】



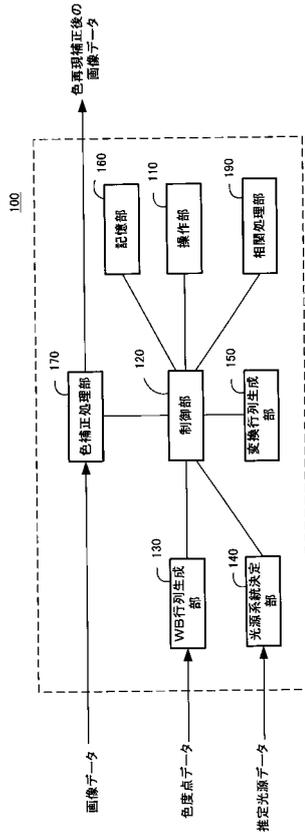
【図5】



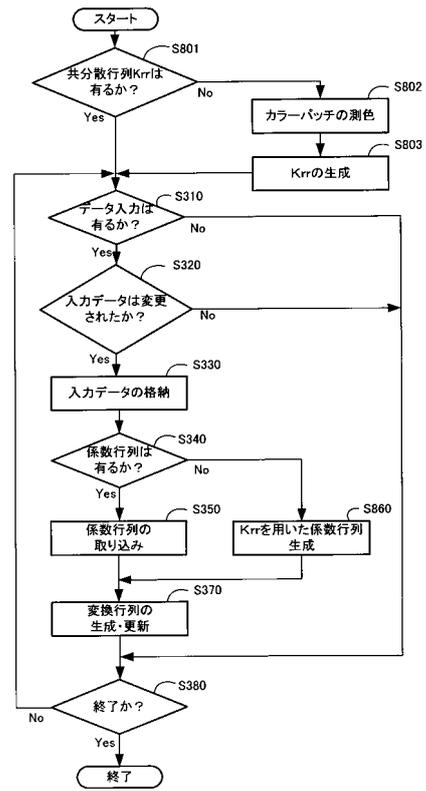
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-028437(JP,A)
特開平10-004558(JP,A)
特開平09-215000(JP,A)
特開平09-214787(JP,A)
特開平11-025252(JP,A)
特開2000-050086(JP,A)
特許第2874235(JP,B2)
特開平10-285541(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/64
G06T 1/00
H04N 1/46
H04N 1/60