

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3832626号
(P3832626)

(45) 発行日 平成18年10月11日(2006.10.11)

(24) 登録日 平成18年7月28日(2006.7.28)

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

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2001-196841 (P2001-196841)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成13年6月28日(2001.6.28)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2003-18416 (P2003-18416A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成15年1月17日(2003.1.17)	(74) 代理人	100097490
審査請求日	平成14年11月27日(2002.11.27)		弁理士 細田 益稔
		(72) 発明者	金井 政史
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号
			セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	深沢 賢二
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号
			セイコーエプソン株式会社内
		審査官	千葉 輝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、プログラムおよび記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

色補正テーブルを用いて入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力する画像処理装置であって、

画像出力装置の出力する白の輝度に応じて、白色点の変換量を異ならせる色補正テーブルを備え、

画像出力装置の出力する白の輝度が大きくなるにしたがって、変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づける、画像処理装置。

【請求項2】

色補正テーブルを用いて入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力する画像処理装置であって、

忠実な色再現が可能な色補正を行なうための色再現優先の色補正テーブルと、

明るさ優先の色補正を行なうための明るさ優先の色補正テーブルと、

を備え、前記画像出力装置の出力する白の輝度が大きい程、前記色再現優先の色補正テーブルによる変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づける、画像処理装置。

【請求項3】

請求項2に記載の画像処理装置であって、

入力信号に応じて、前記明るさ優先の色補正テーブルと、前記色再現優先の色補正テーブルとを切り換える、画像処理装置。

【請求項4】

10
20

画像出力装置の出力する白の輝度に応じて白色点の変換量を異ならせる色補正テーブルを用いて、入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力する画像処理方法であって、

画像出力装置の出力する白の輝度が大きくなるにしたがって、変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づける、画像処理方法。

【請求項 5】

忠実な色再現が可能な色補正を行なうための色再現優先の色補正テーブルと、明るさ優先の色補正を行なうための明るさ優先の色補正テーブルと、を用いて入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力する画像処理方法であって、

前記画像出力装置の出力する白の輝度が大きい程、前記色再現優先の色補正テーブルによる変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づける、画像処理方法。

10

【請求項 6】

画像出力装置の出力する白の輝度に応じて白色点の変換量を異ならせる色補正テーブルを用いて、入力信号に対して施される所望の画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

画像出力装置の出力する白の輝度が大きくなるにしたがって、変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づける、プログラム。

【請求項 7】

忠実な色再現が可能な色補正を行なうための色再現優先の色補正テーブルと、明るさ優先の色補正を行なうための明るさ優先の色補正テーブルと、を用いて入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力する画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

20

前記画像出力装置の出力する白の輝度が大きい程、前記色再現優先の色補正テーブルによる変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づける画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 8】

請求項 6 または 7 に記載のプログラムを記録したコンピュータによって読取可能な記録媒体。

【請求項 9】

画像出力装置の出力する白の輝度に応じて白色点の変換量を異ならせる色補正テーブルを記録したコンピュータによって読取可能な記録媒体であって、

30

画像出力装置の出力する白の輝度が大きくなるにしたがって、変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づける、記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像入力信号の色空間を画像出力装置の色空間に変換する場合の画像入力信号に対する画像処理に関する。

【0002】

【従来の技術】

40

スキャナ、モニタ、プリンタ、プロジェクタなどのデバイス毎に色再現領域が異なる。したがって、色再現領域の相違をどのようにして吸収して色再現を行うかが問題となる。

【0003】

例えば、液晶プロジェクタの色特性をsRGBなどの色規格に合わせる場合、まず、両者の色域を比較して、液晶プロジェクタの色域内でどのように目標色特性を再現するかに関する方法（カラーマッチング方法）を考える必要がある。しかし、sRGBなどの色規格は、一般的にCRTディスプレイの色特性を元に作られているため、緑がかった色特性を有するプロジェクタとその色域を比較すると、白から黒にかけてのグレイの色合い（グレイ軸の向き）が異なる。液晶プロジェクタの色特性を目標色特性に正確にあわせて色補正することによって、液晶プロジェクタの色域内で目標色特性を忠実に再現するカラーマッチング方

50

法がある（色再現優先のカラーマッチング）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、プロジェクタの色特性を完全にsRGBなどの目標色特性に合わせると、色補正をかけた赤っぽい画像に感じられることが多いという問題点がある。これは、色補正前の画像を見ている段階で、プロジェクタ本来の緑を帯びた白が自然な白と感じられるように、目の感覚が順応してしまっているからである。

【0005】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、より自然な色再現が可能な画像処理装置、画像処理方法、プログラムおよび記録媒体を提供することを課題とする。

10

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題に鑑み、請求項1に記載の発明は、色補正テーブルを用いて入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力する画像処理装置であって、画像出力装置の出力する白の輝度に応じて、白色点の変換量を異ならせる色補正テーブルを備えて構成される。

【0007】

このように、目標の白色点の色度を画像出力装置の白の色度に近づけることによって、眼の順応の影響を回避することができる。

【0008】

20

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の画像処理装置であって、画像出力装置の出力する白の輝度が大きくなるにしたがって、変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づけるように構成される。

【0009】

このようにするのは、人間の眼が、暗い光よりも明るい光に対して順応し易いからである。

【0010】

さらに、請求項3に記載の発明は、色補正テーブルを用いて入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力する画像処理装置であって、忠実な色再現が可能な色補正を行なうための色再現優先の色補正テーブルと、明るさ優先の色補正を行なうための明るさ優先の色補正テーブルと、を備え、前記色再現優先の色補正テーブルによる変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づけるように構成される。

30

【0011】

また、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の画像処理装置であって、入力信号に応じて、前記明るさ優先の色補正テーブルと、前記色再現優先の色補正テーブルとを切り換えるように構成される。

【0012】

さらに、請求項5に記載の発明は、画像出力装置の出力する白の輝度に応じて白色点の変換量を異ならせる色補正テーブルを用いて、入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力するように構成される。

40

【0013】

また、請求項6に記載の発明は、忠実な色再現が可能な色補正を行なうための色再現優先の色補正テーブルと、明るさ優先の色補正を行なうための明るさ優先の色補正テーブルと、を用いて入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力する画像処理方法であって、前記色再現優先の色補正テーブルによる変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づけるように構成される。

【0014】

さらに、請求項7に記載の発明は、画像出力装置の出力する白の輝度に応じて白色点の変換量を異ならせる色補正テーブルを用いて、入力信号に対して施される所望の画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

50

【 0 0 1 5 】

また、請求項 8 に記載の発明は、忠実な色再現が可能な色補正を行なうための色再現優先の色補正テーブルと、明るさ優先の色補正を行なうための明るさ優先の色補正テーブルと、を用いて入力信号に対して所望の画像処理を施して画像出力装置に出力する画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、前記色再現優先の色補正テーブルによる変換後の目標白色点を画像出力装置の白色点に近づける画像処理をコンピュータに実行させるように構成される。

【 0 0 1 6 】

さらに、請求項 9 に記載の発明は、請求項 7 または 8 に記載のプログラムを記録したコンピュータによって読取可能な記録媒体である。

10

【 0 0 1 7 】

また、請求項 1 0 に記載の発明は、画像出力装置の出力する白の輝度に応じて白色点の変換量を異ならせる色補正テーブルを記録したコンピュータによって読取可能な記録媒体である。

【 0 0 1 8 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。

【 0 0 1 9 】

図 1 は色再現優先の色補正テーブル生成装置の機能ブロック図であり、図 3 および図 7 は本発明による画像処理装置の機能ブロック図である。

20

【 0 0 2 0 】

ハードウェア構成

図 2 は、これら色補正テーブル生成装置および画像処理装置の具体的ハードウェア構成例を概略ブロック図により示している。

【 0 0 2 1 】

当該実施形態においては、色補正テーブル生成装置および画像処理装置を実現するハードウェアの一例としてコンピュータシステムを採用している。図 2 は、同コンピュータシステムをブロック図により示している。本コンピュータシステムは、画像入力デバイスとして、スキャナ 1 1 a とデジタルスチルカメラ 1 1 b とビデオカメラ 1 1 c とを備えており、コンピュータ本体 1 2 に接続されている。それぞれの入力デバイスは画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データを生成してコンピュータ本体 1 2 に出力可能となっており、ここで同画像データは R G B の三原色においてそれぞれ 2 5 6 階調表示することにより、約 1 6 7 0 万色を表現可能となっている。

30

【 0 0 2 2 】

コンピュータ本体 1 2 には、外部補助記憶装置としてのフロッピーディスクドライブ 1 3 a とハードディスク 1 3 b と C D - R O M ドライブ 1 3 c とが接続されており、ハードディスク 1 3 b にはシステム関連の主要プログラムが記録されており、フロッピーディスクや C D - R O M などから適宜必要なプログラムなどを読み込み可能となっている。また、コンピュータ本体 1 2 を外部のネットワークなどに接続するための通信デバイスとしてモデム 1 4 a が接続されており、外部のネットワークに同公衆通信回線を介して接続し、ソフトウェアやデータをダウンロードして導入可能となっている。この例ではモデム 1 4 a にて電話回線を介して外部にアクセスするようにしているが、L A N アダプタを介してネットワークに対してアクセスする構成とすることも可能である。この他、コンピュータ本体 1 2 の操作にキーボード 1 5 a やマウス 1 5 b も接続されている。

40

【 0 0 2 3 】

さらに、画像出力デバイスとして、ディスプレイ 1 7 a 、カラープリンタ 1 7 b およびプロジェクタ 1 7 c を備えている。ディスプレイ 1 7 a については水平方向に 8 0 0 画素と垂直方向に 6 0 0 画素の表示エリアを備えており、各画素毎に上述した 1 6 7 0 万色の表示が可能となっている。この解像度は一例に過ぎず、6 4 0 × 4 8 0 画素であったり、1 0 2 4 × 7 6 8 画素であるなど、適宜、変更可能である。

50

【0024】

また、カラープリンタ17bはインクジェットプリンタであり、CMYKの四色の色インクを用いてメディアたる印刷用紙上にドットを付して画像を印刷可能となっている。画像密度は360×360dpiや720×720dpiといった高密度印刷が可能となっているが、階調表現については色インクを付すか否かといった2階調表現となっている。一方、このような画像入力デバイスを使用して画像を入力しつつ、画像出力デバイスに表示あるいは出力するため、コンピュータ本体12内では所定のプログラムが実行されることになる。そのうち、基本プログラムとして稼働しているのはオペレーティングシステム(OS)12aであり、このオペレーティングシステム12aには、ディスプレイ17aでの表示を行わせるディスプレイドライバ(DSP DRV)12bと、カラープリンタ17bに印刷出力を行わせるプリンタドライバ(PRT DRV)12cと、プロジェクタ17cでの表示を行わせるプロジェクタドライバ12d(図示せず)が組み込まれている。これらのドライバ12b、12cおよび12dはディスプレイ17a、カラープリンタ17bおよびプロジェクタ17cの機種に依存しており、それぞれの機種に応じてオペレーティングシステム12aに対して追加変更可能である。また、機種に依存して標準処理以上の付加機能を実現することもできるようになっている。すなわち、オペレーティングシステム12aという標準システム上で共通化した処理体系を維持しつつ、許容される範囲内の各種の追加的処理を実現できる。

10

【0025】

このようなプログラムを実行する前提として、コンピュータ本体12は、CPU12e、RAM12f、ROM12gおよびI/O12hなどを備え、演算処理を実行するCPU12eがRAM12fを一時的なワークエリアや設定記憶領域として使用したりプログラム領域として使用しながら、ROM12gに書き込まれた基本プログラムを適宜実行し、I/O12hを介して接続されている外部機器及び内部機器などを制御している。

20

【0026】

ここで、基本プログラムとしてのオペレーティングシステム12a上でアプリケーション12dが実行される。アプリケーション12dの処理内容は様々であり、操作デバイスとしてのキーボード15aやマウス15bの操作を監視し、操作された場合には各種の外部機器を適切に制御して対応する演算処理などを実行し、さらには、処理結果をディスプレイ17aに表示したり、カラープリンタ17bに出力したりすることになる。

30

【0027】

かかるコンピュータシステムでは、画像入力デバイスであるスキャナ11aなどで画像データを取得し、アプリケーション12dによる所定の画像処理を実行した後、画像出力デバイスとしてのディスプレイ17a、カラープリンタ17bやプロジェクタ17cに表示出力することが可能である。

【0028】

本実施形態においては、画像処理装置をコンピュータシステムとして実現しているが、必ずしもかかるコンピュータシステムを必要とするわけではなく、同様の画像データに対して本発明による画像処理が必要なシステムであればよい。例えば、デジタルスチルカメラ内に本発明による画像処理を行う画像処理装置を組み込み、画像処理された画像データを用いてカラープリンタに印字させるようなシステムであっても良い。また、コンピュータシステムを介することなく画像データを入力して印刷するカラープリンタにおいては、スキャナやデジタルスチルカメラまたはモデム等を介して入力される画像データに対して自動的に本発明による画像処理を行って印刷処理するように構成することも可能である。

40

【0029】

この他、カラーファクシミリ装置、カラーコピー装置、プロジェクタといった画像データを扱う各種の装置においても当然に適用可能である。

【0030】

画像処理制御プログラム

本発明による画像処理制御プログラムは、通常、コンピュータ12が読取可能な形態でフ

50

フロッピーディスク、CD-ROMなどの記録媒体に記録されて流通する。当該プログラムは、メディア読取装置(CD-ROMドライブ13c、フロッピーディスクドライブ13aなど)によって読み取られてハードディスク13bにインストールされる。そして、CPUが所望のプログラムを適宜ハードディスク13bから読み出して所望の処理を実行するように構成されている。なお、本発明による画像処理制御プログラム自体も本願発明の一部を構成する。

【0031】

色補正テーブル生成装置

図1に示す色補正テーブル生成装置20Aは、より自然な色再現が可能な色補正テーブル(色再現優先の色補正テーブル)を生成する。

10

【0032】

図1において、色補正テーブル生成装置20Aは、目標色空間および各パラメータ決定部20eと、基準白色点計算部20fと、第1変換部20gと、第2変換部20hと、第3変換部20iと、第4変換部20jと、第5変換部20kと、第6変換部20lと、色補正LUT格納部20bと、を備えている。これら各構成部分の処理の詳細に関しては後述する。

【0033】

以下、図5および図6を参照して、図1に示す色補正テーブル生成装置20Aによって行われる色補正テーブル生成処理プログラムを説明する。当該実施形態では、画像出力装置がプロジェクタの場合について説明する。

20

【0034】

当該色補正テーブル生成処理プログラムの実行にあたっては、前提として、以下に示すプロジェクタの色特性データを予め測定しておく必要がある。

【0035】

すなわち、

白(Rd, Gd, Bd) = (255, 255, 255)の三刺激値X_{wp}、Y_{wp}、Z_{wp}

赤(Rd, Gd, Bd) = (255, 0, 0)の三刺激値X_{rp}、Y_{rp}、Z_{rp}

緑(Rd, Gd, Bd) = (0, 255, 0)の三刺激値X_{gp}、Y_{gp}、Z_{gp}

青(Rd, Gd, Bd) = (0, 0, 255)の三刺激値X_{bp}、Y_{bp}、Z_{bp}

黒(Rd, Gd, Bd) = (0, 0, 0)の三刺激値X_{kp}、Y_{kp}、Z_{kp}

30

の各色特性データを予め測定しておく必要がある。各測定データは、以下に示す式(1)

【0036】

【数1】

$$\left. \begin{aligned}
 X_{wd} &= (X_{wp} - X_{kp}) / Y_{wp} \\
 Y_{wd} &= (Y_{wp} - Y_{kp}) / Y_{wp} \\
 Z_{wd} &= (Z_{wp} - Z_{kp}) / Y_{wp} \\
 x_{wd} &= X_{wd} / (X_{wd} + Y_{wd} + Z_{wd}) \\
 y_{wd} &= Y_{wd} / (X_{wd} + Y_{wd} + Z_{wd})
 \end{aligned} \right\} \text{----- (1)}$$

10

20

を用いて白の輝度 (Y_{wd}) で規格化し、黒におけるオフセットを差し引いておく。式は、白のデータについて示すが、R G B についても同様の変換を行う。黒については (X_{kd}, Y_{kd}, Z_{kd}) = (0, 0, 0) となる。

【0037】

図5に、第1色補正テーブル生成装置20Aによって行われる色補正テーブル生成処理プログラムを説明するためのフローチャートを示す。

【0038】

目標色空間および各パラメータの決定処理 (S20)

図5に示すように、第1色補正テーブル生成装置20Aの目標色空間および各パラメータ決定部20eは、目標色空間および変換用行列の各パラメータを決定する (S20)。

30

【0039】

まず、変換後の目標となる色空間の白 (W)、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) 各色の色度座標を決定する。色再現優先の色補正テーブルの場合、目標色空間は s R G B なので各色度座標は、

白 (R, G, B) = (255, 255, 255) の色度座標 $x_{wt} = 0.313$, $y_{wt} = 0.329$

赤 (R, G, B) = (255, 0, 0) の色度座標 $x_{wt} = 0.640$, $y_{wt} = 0.330$

緑 (R, G, B) = (0, 255, 0) の色度座標 $x_{wt} = 0.300$, $y_{wt} = 0.600$

青 (R, G, B) = (0, 0, 255) の色度座標 $x_{wt} = 0.150$, $y_{wt} = 0.060$

となる。

【0040】

40

その他のパラメータとして、部分順応パラメータ D およびマッチング限界明度 L_{max} を定める。これらのパラメータの詳細については後述する。

【0041】

次に、目標色空間および各パラメータ決定部20eは、R_tG_tB_tからX_tY_tZ_tへの変換に用いる行列M_tを計算する (S20)。この変換は目標色空間の定義に基づくものであり、M_tは以下の式(2)に示すような行列になる。

【0042】

【数2】

$$M_t = \begin{pmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{pmatrix} \text{----- (2)}$$

10

次に、目標色空間および各パラメータ決定部 20e は、RdGdBd から XdYdZd への変換に用いる行列 Md を計算する (S20)。この変換は、プロジェクタの色特性に基づくものであり、Md は以下の式 (3) に示すような行列になる。

【0043】

【数3】

20

$$M_d = \begin{pmatrix} X_{rd} & X_{gd} & X_{bd} \\ Y_{rd} & Y_{gd} & Y_{bd} \\ Z_{rd} & Z_{gd} & Z_{bd} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_{rd} & 0 & 0 \\ 0 & S_{gd} & 0 \\ 0 & 0 & S_{bd} \end{pmatrix} \text{----- (3)}$$

30

ここで、

$$z_{rd} = 1 - x_{rd} - y_{rd}$$

$$z_{gd} = 1 - x_{gd} - y_{gd}$$

$$z_{bd} = 1 - x_{bd} - y_{bd}$$

であり、また S_{rd} 、 S_{gd} および S_{bd} は、 $(R_d, G_d, B_d) = (255, 255, 255)$ が $(X_d, Y_d, Z_d) = (X_{wd}, Y_{wd}, Z_{wd})$ に変換されるように決定される値であり、以下の式：

【0044】

【数4】

40

$$\begin{pmatrix} S_{rd} \\ S_{gd} \\ S_{bd} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{rd} & X_{gd} & X_{bd} \\ Y_{rd} & Y_{gd} & Y_{bd} \\ Z_{rd} & Z_{gd} & Z_{bd} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} X_{wd} \\ Y_{wd} \\ Z_{wd} \end{pmatrix} \text{----- (4)}$$

10

によって求められる。

【0045】

次に、目標色空間および各パラメータ決定部20eは、 $X_t Y_t Z_t$ から $X_{t'} Y_{t'} Z_{t'}$ への変換に用いる行列 M_{wp} を計算する(S20)。プロジェクタの色特性を完全にsRGBなどの目標色特性に合わせると、色補正をかけ過ぎた赤っぽい画像に感じられることが多いという問題点がある。これは、色補正前の画像を見ている段階で、プロジェクタ本来の緑を帯びた白が自然な白と感じられるように、目の感覚が順応してしまっているからである。この順応の影響を回避するために、 $X_t Y_t Z_t$ から $X_{t'} Y_{t'} Z_{t'}$ への変換を行い、目標の白色点の色度をプロジェクタの白の色度に近づける処理を行う。この変換は順応の理論に基づいて以下のように行う。

20

【0046】

まず、三刺激値 $X_t Y_t Z_t$ を人間の眼の3種類の錐体(網膜上にある色を感知する細胞)の応答量 L, M, S に変換する。

【0047】

【数5】

$$\begin{pmatrix} L \\ M \\ S \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.0708 & 0.9447 & -0.0155 \\ -0.4612 & 1.3618 & 0.1013 \\ 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{pmatrix} \text{----- (5)}$$

30

40

次に、目標色空間および各パラメータ決定部20eは、順応後の錐体の応答量 L', M', S' を

$$L' = \{ (L_{wd} / L_{wt}) D + (1 - D) \} L \quad \dots (6)$$

$$M' = \{ (M_{wd} / M_{wt}) D + (1 - D) \} M \quad \dots (7)$$

$$S' = \{ (S_{wd} / S_{wt}) D + (1 - D) \} S \quad \dots (8)$$

を用いて計算する。式中の D は、順応の度合いを示す部分順応パラメータであり、 $0 \leq D \leq 1$ の値をとる。図9に示すように、 $D = 0$ の時は色順応なし、すなわち目標の白色点として目標色空間の白色点(x_{wt}, y_{wt})を用いる。一方、 $D = 1$ の時は目標の白色点とし

50

てプロジェクタの白色点 (x_{wd}, y_{wd}) を用いる。 $0 < D < 1$ の場合、目標の白色点は x, y 座標上で (x_{wt}, y_{wt}) と (x_{wd}, y_{wd}) とを結ぶ直線を内分する点になる。当該パラメータ D は、画像出力装置であるプロジェクタの白の輝度の関数とし、プロジェクタの白の輝度が大きい程、 D の値を大きくする (すなわち、プロジェクタの白色点に近づける)。プロジェクタの白の輝度が大きい程、 D の値を大きくするのは、人間の眼が、暗い光よりも明るい光に対して順応し易いからである。図 9 に示す昼光軌跡は、CIE (国際照明委員会) が定めている代表的な昼光の色度軌跡である。 D_{50} や $sRGB$ の白色点である D_{65} などの標準光の色度はこの軌跡上に存在する。

【 0 0 4 8 】

また、式 (6) ~ 式 (8) における L_{wt}, M_{wt}, S_{wt} は目標色空間の白における錐体の応答量であり、目標色空間の白の三刺激値 X_{wt}, Y_{wt}, Z_{wt} を式 (5) に代入することによって求められる。同様に、式 (6) ~ 式 (8) における L_{wd}, M_{wd}, S_{wd} はプロジェクタの白の三刺激値 X_{wd}, Y_{wd}, Z_{wd} における錐体の応答量である。

【 0 0 4 9 】

最後に、錐体の応答量 L', M', S' を

【 0 0 5 0 】

【 数 6 】

$$\begin{pmatrix} X'_t \\ Y'_t \\ Z'_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.5592 & -1.7754 & 0.2195 \\ 0.8667 & 0.1331 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} L' \\ M' \\ S' \end{pmatrix} \text{----- (9)}$$

20

を用いて三刺激値 X_t, Y_t, Z_t に戻す。式 (9) 中の行列は、式 (5) 中の行列の逆行列である。そして、 X_t, Y_t, Z_t から X_t', Y_t', Z_t' への変換で用いる行列 M_{wp} は、

【 0 0 5 1 】

【 数 7 】

30

$$\begin{aligned}
 M_{wp} &= \begin{pmatrix} 2.5592 & -1.7754 & 0.2195 \\ 0.8667 & 0.1331 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{pmatrix} \\
 &\times \begin{pmatrix} (L_{wd}/L_{wt})D+(1-D) & 0 & 0 \\ 0 & (M_{wd}/M_{wt})D+(1-D) & 0 \\ 0 & 0 & (S_{wd}/S_{wt})D+(1-D) \end{pmatrix} \\
 &\times \begin{pmatrix} 0.0708 & 0.9447 & -0.0155 \\ -0.4612 & 1.3618 & 0.1013 \\ 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{pmatrix} \text{----- (10)}
 \end{aligned}$$

から求められる。ここで、 $D = 0$ の時の行列 M_{wp} は単位行列になる。

【0052】

基準白色点の計算処理 (S22)

基準白色点計算部20fは、以下のように基準白色点の計算を行う(S22)。色再現優先の色補正テーブルでは、変換後の白が「プロジェクタで出力できる最も明るい白6500Kの色」となる。具体的には、後に説明するS38の $L_d^* u_d^* v_d^*$ から $X_d Y_d Z_d$ への変換における基準白色点 $X_n Y_n Z_n$ を変換後の白の三刺激値にすることで実現される。当該基準白色点 $X_n Y_n Z_n$ も予め求めておく。

【0053】

基準白色点 $X_n Y_n Z_n$ におけるプロジェクタの出力値を $R_n G_n B_n$ とすると、 $X_n Y_n Z_n$ と $R_n G_n B_n$ との間に

【0054】

【数8】

$$\begin{pmatrix} X_n \\ Y_n \\ Z_n \end{pmatrix} = p \begin{pmatrix} X_{wt} \\ Y_{wt} \\ Z_{wt} \end{pmatrix} = M_d \begin{pmatrix} (R_n/255)^{2.2} \\ (G_n/255)^{2.2} \\ (B_n/255)^{2.2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_{kd} \\ Y_{kd} \\ Z_{kd} \end{pmatrix} \text{----- (11)}$$

の関係が成立する。

【0055】

式(11)の係数 p は、 (R_n, G_n, B_n) がプロジェクタの色域内で最も明るい色になるように、すなわち、 R_n, G_n, B_n の最大値が255となるように選択する必要がある。現在のプロジェクタの色特性では、一般的な色温度(10000K以下)の白を出力する場合、 $R_n = 255$ となることが実験的にわかっているため、 $R_n = 255$ を式(11)に代入して係数

p について解くと

【 0 0 5 6 】

【 数 9 】

$$\begin{pmatrix} p \\ -(Gn/255)^{2.2} \\ -(Bn/255)^{2.2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{wt} & S_{gd}X_{gd} & S_{bd}X_{bd} \\ Y_{wt} & S_{gd}Y_{gd} & S_{bd}Y_{bd} \\ Z_{wt} & S_{gd}Z_{gd} & S_{bd}Z_{bd} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} S_{rd}X_{rd} + X_{kd} \\ S_{rd}Y_{rd} + Y_{kd} \\ S_{rd}Z_{rd} + Z_{kd} \end{pmatrix} \quad (12)$$

10

となる。式(12)から係数 p を求めることができ、さらに求められた係数 p を式(11)に代入することで、基準白色点の三刺激値 X_n, Y_n, Z_n が求まる。

【 0 0 5 7 】

さらに当該基準白色点の三刺激値 X_n, Y_n, Z_n を用いてプロジェクタの白および黒の均等色空間 CIE LUV における座標 ($L_{wd}^* u_{wd}^* v_{wd}^*$) および ($L_{kd}^* u_{kd}^* v_{kd}^*$) を以下

20

の式：

【 0 0 5 8 】

【 数 1 0 】

$$\left. \begin{aligned} L^* &= 116 (Y_d/Y_n)^{\frac{1}{3}} - 16 && Y_d/Y_n > 0.008856 \text{ のとき} \\ &= 903.3 (Y_d/Y_n) && Y_d/Y_n \leq 0.008856 \text{ のとき} \\ u^* &= 13L^*[4X_d/(X_d+15Y_d+3Z_d) - 4X_n/(X_n+15Y_n+3Z_n)] \\ v^* &= 13L^*[9Y_d/(X_d+15Y_d+3Z_d) - 9Y_n/(X_n+15Y_n+3Z_n)] \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

30

によって求めておく。式(13)に、プロジェクタの白の三刺激値 X_{wd}, Y_{wd}, Z_{wd} を代入すれば $L_{wd}^* u_{wd}^* v_{wd}^*$ が求まり、式(13)に、プロジェクタの黒の三刺激値 X_{kd}, Y_{kd}, Z_{kd} を代入すれば $L_{kd}^* u_{kd}^* v_{kd}^*$ が求まる。

40

【 0 0 5 9 】

3次元色補正テーブルの出力値の計算処理 (S 2 4)

次に、色補正テーブル生成装置 20A の第 1 乃至第 6 変換部 20g ~ 20l は、3次元色補正テーブル (3D-LUT) の各入力値 $R_t G_t B_t$ に対する出力値 $R_d G_d B_d$ を計算する (S 2 4)。3次元色補正テーブル (3D-LUT) の出力値計算処理に関しては、図 6 を参照して、さらに詳細に説明する。図 6 において、S 30 における処理は第 1 変換部 20g によって行われ、S 32 における処理は第 1 変換部 20h によって行われ、S 34 における処理は第 1 変換部 20i によって行われ、S 36 における処理は第 1 変換部 20j によって行われ、S 38 における処理は第 1 変換部 20k によって行われ、S 40 にお

50

る処理は第1変換部201によって行われる。

【0060】

まず、第1変換部201は、目標となる色空間の定義に基づいて、3次元色補正テーブルへの入力値 $R_t G_t B_t$ を3刺激値 $X_t Y_t Z_t$ に変換する(S30)。色再現優先の色補正テーブルではsRGBが目標色空間なので、sRGBの定義に基づいた以下の式(14)および式(15)によって計算する。

【0061】

【数11】

$$\left. \begin{array}{l} R_t/255, G_t/255, B_t/255 \leq 0.04045 \text{ のとき、} \\ r_t = R_t/255/12.92 \\ g_t = G_t/255/12.92 \\ b_t = B_t/255/12.92 \end{array} \right\} \text{----- (14)}$$

$$\left. \begin{array}{l} R_t/255, G_t/255, B_t/255 \geq 0.04045 \text{ のとき、} \\ r_t = [(R_t/255+0.055)/1.055]^{2.4} \\ g_t = [(G_t/255+0.055)/1.055]^{2.4} \\ b_t = [(B_t/255+0.055)/1.055]^{2.4} \end{array} \right\} \text{----- (15)}$$

最終的な $X_t Y_t Z_t$ の値は、以下の式(16)：

【0062】

【数12】

$$\begin{pmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{pmatrix} = M_t \begin{pmatrix} r_t \\ g_t \\ b_t \end{pmatrix} \text{----- (16)}$$

によって求められる。式(16)中の M_t は式(2)によって求められる行列である。

【0063】

そして、第2変換部202は、式(10)および以下の式(17)：

【0064】

【数13】

10

20

30

40

$$\begin{pmatrix} X'_t \\ Y'_t \\ Z'_t \end{pmatrix} = M_{wp} \begin{pmatrix} X_t \\ X_t \\ X_t \end{pmatrix} \text{----- (17)}$$

10

を用いて、 $X_t Y_t Z_t$ から $X'_t Y'_t Z'_t$ への変換を行う(S32)。当該変換によって、目の感覚が順応してしまうことによる影響を回避する。すなわち、 $X_t Y_t Z_t$ から $X'_t Y'_t Z'_t$ への変換を行い、目標の白色点の色度をプロジェクタの白の色度に近づける処理を行う。

【0065】

次に、第3変換部20iは、目標色空間の色とプロジェクタの色とを均等色空間であるCIE LUV空間上で表して両者の対応付けを可能にするために、以下の式(18)：

20

【0066】

【数14】

$$\left. \begin{aligned} L^*_t &= 116 (Y'_t / Y_{wt}')^{\frac{1}{3}} - 16 && Y'_t / Y_{wt}' > 0.008856 \text{ のとき} \\ &= 903.3 (Y'_t / Y_{wt}') && Y'_t / Y_{wt}' \leq 0.008856 \text{ のとき} \\ u^*_t &= 13L^* [4X'_t / (X'_t + 15Y'_t + 3Z'_t) - 4X_{wt}' / (X_{wt}' + 15Y_{wt}' + 3Z_{wt}')] \\ v^*_t &= 13L^* [9Y'_t / (X'_t + 15Y'_t + 3Z'_t) - 9Y_{wt}' / (X_{wt}' + 15Y_{wt}' + 3Z_{wt}')] \end{aligned} \right\} \text{----- (18)}$$

30

を用いて、目標色空間の三刺激値 $X'_t Y'_t Z'_t$ を色圧縮空間CIE LUVの座標値 $L^* u^* v^*$ への変換を行う(S34)。

【0067】

40

式(18)中の X_{wt}' 、 Y_{wt}' 、 Z_{wt}' は、目標色空間の白($R_t = G_t = B_t = 255$)における X'_t 、 Y'_t 、 Z'_t の値である。

【0068】

そして、第4変換部20jは、目標色空間の色 $L^* u^* v^*$ に対応付けるプロジェクタの色 $L d^* u d^* v d^*$ を求める(S36)。

【0069】

色再現優先の3次元色補正テーブルでは、色が目標色空間に合うことを目的としているので、基本的には $(L d^*, u d^*, v d^*) = (L^*, u^*, v^*)$ である。しかし、プロジェクタの黒の輝度はゼロではなく、目標色空間の $(X_{kd}, Y_{kd}, Z_{kd}) = (0, 0, 0)$ はプロジェクタの色域外にあるので、これらの事実を考慮せずに計算すると低階調領域において階調がつぶれて

50

しまう。そこで、当該実施形態では、目標色空間の色の明度 L_t^* が小さくなるにしたがって、対応付けられる色が目標色空間の色からはずれていき、目標色空間の黒 ($L_t^* = 0$) が測定されたプロジェクタの黒に変換されるようにする。以上で説明した S 3 6 における処理を式に示すと以下ようになる。

【 0 0 7 0 】

【 数 1 5 】

$L_t^* > L_{\max}^*$ のとき

$$\left. \begin{aligned} L_d^* &= L_t^* \\ u_d^* &= u_t^* \\ v_d^* &= v_t^* \end{aligned} \right\} \text{---- (19)}$$

10

$L_t^* \leq L_{\max}^*$ のとき

$$\left. \begin{aligned} L_d^* &= L_t^* + (L_{kd}^* - L_{kt}^*)(L_{\max}^* - L_t^*)/L_{\max}^* \\ u_d^* &= u_t^* + (u_{kd}^* - u_{kt}^*)(L_{\max}^* - L_t^*)/L_{\max}^* \\ v_d^* &= v_t^* + (v_{kd}^* - v_{kt}^*)(L_{\max}^* - L_t^*)/L_{\max}^* \end{aligned} \right\} \text{---- (20)}$$

20

ここで、 L_{kt}^* , u_{kt}^* , v_{kt}^* は目標色空間の黒 (R_t, G_t, B_t) = (0, 0, 0) に対する式 (14) ~ 式 (18) による計算結果であり、 L_{kd}^* , u_{kd}^* , v_{kd}^* はプロジェクタの黒の C I E L U V 空間における座標である。また、当該実施形態において、マッチング限界明度 L_{\max} は 1 0 0 とする。

【 0 0 7 1 】

次に、第 5 変換部 2 0 k は、

【 0 0 7 2 】

【 数 1 6 】

30

$$\begin{aligned}
 Y_d &= [(L^*_d + 16) / 116]^3 Y_n && L^*_d > 8.000 \text{ のとき} \\
 &= (L^*_d / 903.3) Y_n && L^*_d \leq 8.000 \text{ のとき} \\
 u'_d &= u^*_d / 13L^*_d + 4X_n / (X_n + 15Y_n + 3Z_n) \\
 v'_d &= v^*_d / 13L^*_d + 9Y_n / (X_n + 15Y_n + 3Z_n) \\
 X_d &= (9u'_d / 4v'_d) Y_d \\
 Z_d &= [(12 - 3u'_d - 20v'_d) / 4v'_d] Y_d
 \end{aligned} \tag{21}$$

10

を用いて、 $L^*_d u^*_d v^*_d$ から $X_d Y_d Z_d$ への変換を行う (S 3 8)。ここで、 X_n, Y_n, Z_n の値は、基準白色点の三刺激値である。

20

【0 0 7 3】

最後に、第6変換部 2 0 1 は、プロジェクタの色特性に基づいて $X_d Y_d Z_d$ を $R_d G_d B_d$ に変換する (S 4 0)。変換式は、以下の式(22)および式(23)：

【0 0 7 4】

【数 1 7】

$$\begin{pmatrix} r_d \\ g_d \\ b_d \end{pmatrix} = M_d^{-1} \begin{pmatrix} X_d - X_{kd} \\ Y_d - Y_{kd} \\ Z_d - Z_{kd} \end{pmatrix} \text{----- (22)}$$

30

40

【0 0 7 5】

【数 1 8】

$$\left. \begin{aligned} R_d &= 255 r_d^{1/2.2} \\ G_d &= 255 g_d^{1/2.2} \\ B_d &= 255 b_d^{1/2.2} \end{aligned} \right\} \text{----- (23)}$$

10

のようになる。式(14)において、 M_d^{-1} は式(3)に示す行列 M_d の逆行列である。計算の結果、 $R_d, G_d, B_d < 0$ となったときは R_d, G_d, B_d をゼロとし、 $R_d, G_d, B_d > 255$ となったときには255とする。ここで得られた R_d, G_d, B_d の値が最終的な3次元色補正テーブルのデータとなる。

【0076】

20

そして、図5のS26に戻り、当該最終的な3次元色補正テーブルのデータに基づき、3次元色補正テーブルが生成され(S26)、当該生成された3次元色補正テーブルが色補正LUT格納部20bに格納される(S28)。

【0077】

以上のようにして、目の感覚が順応してしまうことによる影響を回避するために $X_t Y_t Z_t$ から $X_t' Y_t' Z_t'$ への変換を行い、目標の白色点の色度をプロジェクタの白の色度に近づける処理を行っているので、より自然な色再現が可能な色補正テーブルを生成することができる。

【0078】

画像処理装置

30

第1実施形態

図3において、画像処理装置20Bは、RGB画像入力データに対して所望の画像処理を施し、当該画像処理された画像データを画像出力装置30に出力する。ここで、画像データはカラー画像を所定の要素色毎に色分解しつつ、その要素色毎に強弱を表したものであり、有彩色であって所定の比で混合したときにはグレイに代表される無彩色と黒色とからなる。当該実施形態では、プロジェクタ、ディスプレイなどの画像出力装置30がRGBデータに基づき色再現を行う場合について説明する。

【0079】

画像処理装置20Bは、色補正テーブル生成装置20Aによって生成された色再現優先の色補正テーブルを少なくとも格納している色補正LUT格納部20bと；色補正LUT選択部20cによって選択された色補正テーブル(LUT)を色補正LUT格納部20bから読み出し、当該読み出された色補正LUTを参照してRGBデータを $R' G' B'$ データに変換するための色補正部20aと；を備えている。

40

【0080】

次に、図4を参照して、画像処理装置20Bの動作について説明する。

【0081】

図4に示すように、ユーザによって画像出力開始(ステップ70)が指示されるとともに、所定の3次元色補正LUTが選択されると(ステップ72、Yes)、当該所定の3次元色補正LUTが色補正LUT格納部20cから読み出され、RAM内に読み込まれる(ステップ74)。そして、当該3次元色補正LUTを色補正部20bに組み込み(ステッ

50

ブ76)、3次元色補正LUTを参照して補間演算によって画像処理を行い、画像出力処理を行う(ステップ78)。

【0082】

当該実施形態では、ステップ72において、ユーザが好みまたは用途などに応じて、色補正LUT選択部20iを用いて所望のLUTを選択できるように構成している。

【0083】

当該実施形態による画像処理装置によれば、目の感覚が順応してしまうことによる影響を回避するために目標の白色点の色度をプロジェクタの白の色度に近づける処理を行う色再現優先の色補正テーブルを用いて画像処理を行っているため、より自然な色再現が可能である。

10

【0084】

第2実施形態

図7において、画像処理装置20cは、RGB画像入力データに対して所望の画像処理を施し、当該画像処理された画像データを画像出力装置30に出力する。第1実施形態と同様に、画像データはカラー画像を所定の要素色毎に色分解しつつ、その要素色毎に強弱を表したものであり、有彩色であって所定の比で混合したときにはグレイに代表される無彩色と黒色とからなる。当該第2実施形態においては、プロジェクタがRGBデータに基づき色再現を行う場合について説明する。

【0085】

画像処理装置20cは、色補正テーブル生成装置20aによって生成された色再現優先の色補正テーブルと、プロジェクタの有する輝度レンジを損なうことなく色を合わせるように構成された明るさ優先の色補正テーブルを少なくとも格納している色補正LUT格納部20bと;選択した色補正テーブル(LUT)を色補正LUT格納部20bから読み出し、当該読み出された色補正LUTを参照して、画像データ生成部20mから供給されるRGBデータをR'G'B'データに変換するための色補正部20aと;を備えている。なお、画像データ生成部20mから供給されるRGBデータが、自然画など色を忠実に再現した方が好ましいデータである場合、所定のデータ判定フラグが立っており、前記RGBデータがプレゼンテーション用のデータなど明るさを優先して色再現した方が好ましいデータである場合、所定のデータ判定フラグが立っていないように構成する。

20

【0086】

次に、図8を参照して、画像処理装置20cの動作について説明する。

30

【0087】

図4に示すように、ユーザによって画像出力開始(ステップ80)が指示されると、色補正部20aは、画像データ生成部20mから供給されるデータの所定のデータ判定フラグが立っているか否かを判定する(ステップ82)。所定のデータ判定フラグが立っている場合(ステップ82、Yes)、色再現優先の3次元色補正テーブルが色補正テーブル格納部20bから読み出され、RAM内に読み込まれ(ステップ84)、所定のデータ判定フラグが立っていない場合(ステップ82、No)、明るさ優先の3次元色補正テーブルが色補正テーブル格納部20bから読み出され、RAM内に読み込まれる(ステップ85)。そして、当該読み出された3次元色補正テーブルを色補正部20aに組み込み(ステップ86)、3次元色補正LUTを参照して補間演算によって画像処理を行い、画像出力処理を行う(ステップ88)。

40

【0088】

上記ステップ82~88はデータが終了するまで行われる(ステップ90)。

【0089】

当該実施形態では、ステップ82において、データ判定フラグが立っているか否かに応じて明るさ優先の色補正テーブルまたは色再現優先の色補正テーブルを選択しているため、データの種別に応じてより適切な色再現を行うことができる。

【0090】

当該実施形態による画像処理装置によれば、色再現優先の色補正テーブルが選択された場

50

合、目の感覚が順応してしまうことによる影響を回避するために目標の白色点の色度をプロジェクタの白の色度に近づける処理が行われるので、より自然な色再現が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態にかかる色補正テーブル生成装置の機能ブロック図である。

【図 2】本発明による色補正テーブル生成装置および画像処理装置の具体的ハードウェア構成例を示す概略ブロック図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態にかかる画像処理装置の機能ブロック図である。

【図 4】画像処理装置 20B の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 5】第 1 色補正テーブル生成装置 20A によって行われる色補正テーブル生成処理プログラムを説明するためのフローチャートである。

10

【図 6】3次元色補正テーブル(3D-LUT)の出力値計算処理プログラムを説明するためのフローチャートである。

【図 7】本発明の第 2 実施形態にかかる画像処理装置の機能ブロック図である。

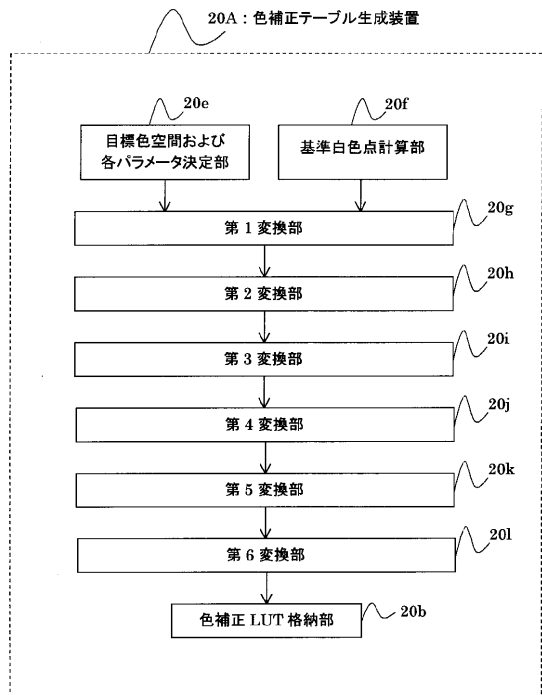
【図 8】画像処理装置 20C の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 9】色再現優先の色補正テーブルを生成する際に必要な、目標の白色点を説明するための図である。

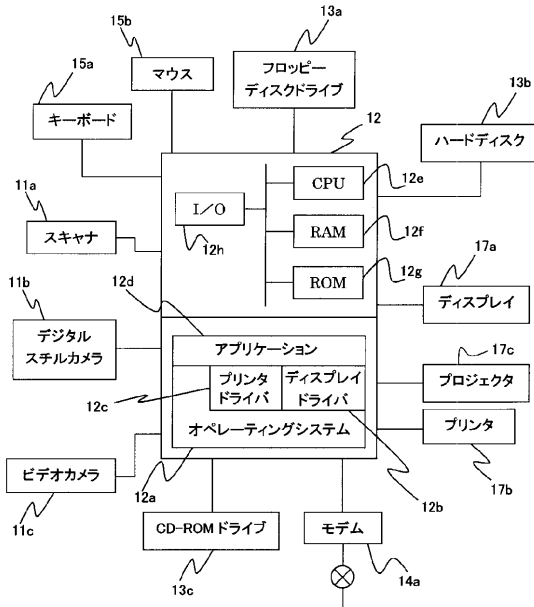
【符号の説明】

10	画像入力装置	
11a	スキャナ	
11b	デジタルスチルカメラ	
11c	ビデオカメラ	20
12	コンピュータ本体	
12a	オペレーティングシステム	
12b	ディスプレイドライバ	
12c	プリンタドライバ	
12d	アプリケーション	
13a	フロッピーディスクドライブ	
13b	ハードディスク	
13c	CD-ROMドライブ	
14a	モデム	30
15a	キーボード	
15b	マウス	
17a	ディスプレイ	
17b	カラープリンタ	
17c	プロジェクタ	
20A	第 1 色補正テーブル生成装置	
20B	画像処理装置	
20a	色補正部	
20b	色補正 LUT 格納部	
20c	色補正 LUT 選択部	40
20e	目標色空間および各パラメータ決定部	
20f	基準白色点計算部	
20g	第 1 変換部	
20h	第 2 変換部	
20i	第 3 変換部	
20j	第 4 変換部	
20k	第 5 変換部	
20l	第 6 変換部	
20m	画像データ生成部	

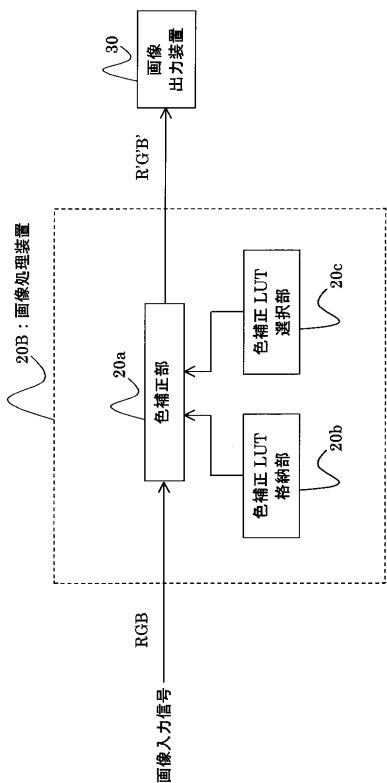
【 図 1 】



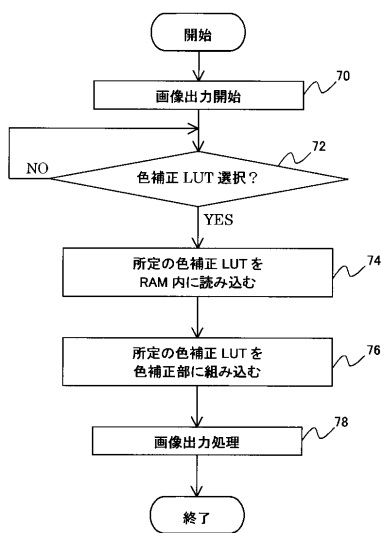
【 図 2 】



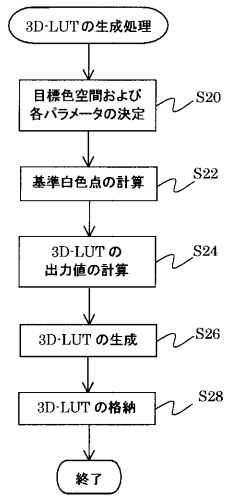
【 図 3 】



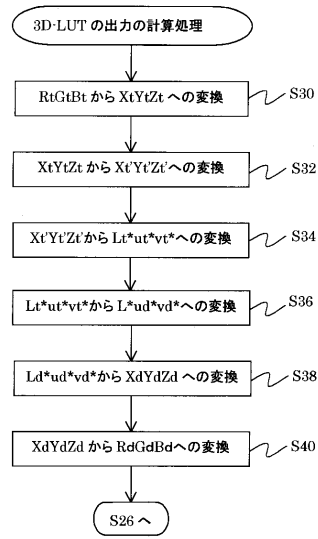
【 図 4 】



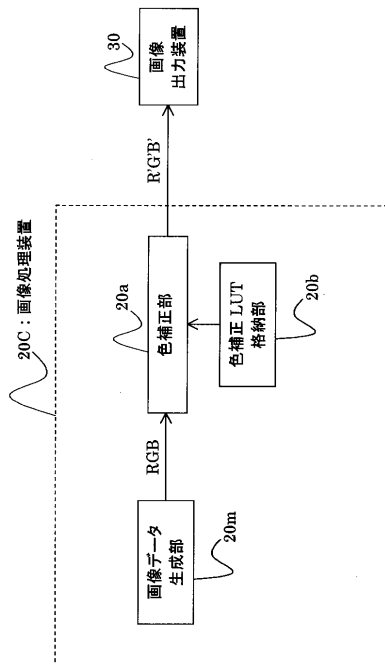
【 図 5 】



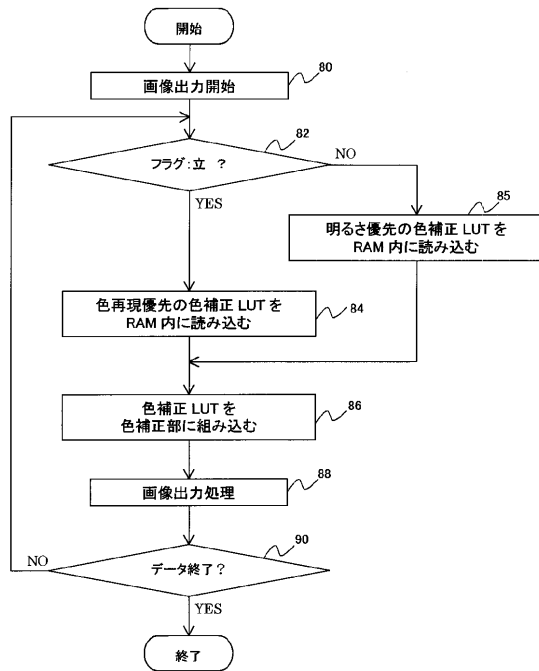
【 図 6 】



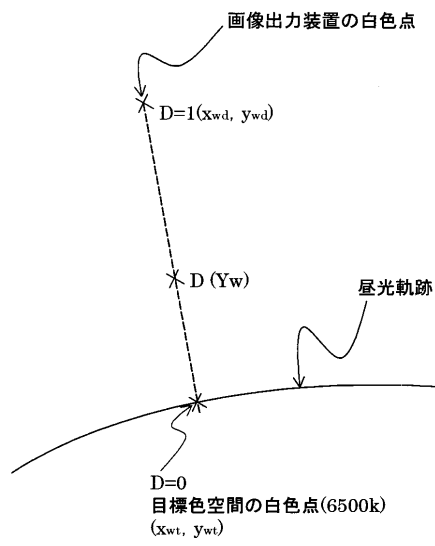
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10 - 215385 (JP, A)
特開2001 - 143065 (JP, A)
特開2000 - 032282 (JP, A)
特開平09 - 266538 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/60

H04N 1/46