

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3907810号
(P3907810)

(45) 発行日 平成19年4月18日(2007.4.18)

(24) 登録日 平成19年1月26日(2007.1.26)

(51) Int.C1.

F 1

HO4N	1/46	(2006.01)	HO4N	1/46	Z
HO4N	1/60	(2006.01)	HO4N	1/40	D
B41J	2/525	(2006.01)	B41J	3/00	B
GO6T	1/20	(2006.01)	GO6T	1/20	Z
GO6T	11/00	(2006.01)	GO6T	11/00	110

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-1427
 (22) 出願日 平成10年1月7日(1998.1.7)
 (65) 公開番号 特開平11-205620
 (43) 公開日 平成11年7月30日(1999.7.30)
 審査請求日 平成16年3月10日(2004.3.10)

(73) 特許権者 306037311
 富士フィルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100080159
 弁理士 渡辺 望穂
 (74) 代理人 100090217
 弁理士 三和 晴子
 (74) 代理人 100112645
 弁理士 福島 弘薰
 (72) 発明者 山田 誠
 神奈川県南足柄市中沼210番地

富士写真フィルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元ルックアップテーブルの補正法およびこれを行う画像処理装置ならびにこれを備えたデジタルカラープリンタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

色変換用3次元ルックアップテーブルを補正するに際し、
 補正前に予め補間法によって、当該3次元ルックアップテーブルの格子点の数を増大させ、色補正の目的となる目的色の色データと、前記3次元ルックアップテーブルの格子点との色空間における距離を求め、求められた距離に応じて前記目的色を目標となる所望の色に変換するのに必要な前記格子点の変換量を、前記色空間上の前記目的色の濃度点を前記目標となる所望の色に変換する濃度変更データを中心にして、その周囲の格子点は前記中心からの距離に比例して濃度変更データが減少して行くようにして求めることを特徴とする3次元ルックアップテーブルの補正法。

10

【請求項2】

請求項1に記載の3次元ルックアップテーブルの補正法であって、
 前記格子点を前記変換量だけ変化させた補正3次元ルックアップテーブルを用いて、前記目的の色を出力させる工程と、出力された前記目的の色から前記格子点までの距離を求める工程と、前記距離に応じて前記格子点の変換量を求める工程と、を繰り返して、前記目的の色が所望の色に変化されるように前記3次元ルックアップテーブルを補正することを特徴とする3次元ルックアップテーブルの補正法。

【請求項3】

入力画像データを色変換用3次元ルックアップテーブルで出力画像データに変換する画像処理装置であって、

20

前記 3 次元ルックアップテーブルを格納する手段と、色補正の目的となる色の色データと、前記格納手段から読み出された前記 3 次元ルックアップテーブルの格子点データとの色空間での距離を演算する手段と、この距離演算手段で求められた距離に応じて前記目的の色データを、前記目的の色データと変換される所望の色データに変換するのに必要な前記格子点データの変換量を算出する手段と、この変換量算出手段によって算出された変換量だけ前記格子点データを補正して前記 3 次元ルックアップテーブルを補正する手段と、補正前に、予め、出力色パッチの実測によって作成された 3 次元ルックアップテーブルの格子点の数を増大させる補間手段とを有し、

前記変換量を、前記色空間上の前記目的色の濃度点を前記目標となる所望の色に変換する濃度変更データを中心にして、その周囲の格子点は前記中心からの距離に比例して濃度変更データが減少して行くようにして求めることを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載の画像処理装置であって、

前記補正手段で補正された 3 次元ルックアップテーブルを用いて前記目的の色を出力する手段を有し、

この出力手段によって出力された前記目的の色データの取得、前記距離演算手段による距離の演算、前記変換量算出手段による変換量の算出および前記補正手段による 3 次元ルックアップテーブルの補正とを繰り返すことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の画像処理装置と、この画像処理装置で得られた前記出力画像データに従って可視再生画像を出力する画像記録装置とを有することを特徴とするデジタルカラープリンタ。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載のデジタルカラープリンタであって、

さらに、目的の色を含む画像および所望の色を含む画像を測定する手段を有し、前記画像記録装置が前記目的の色を含むハードコピー画像を出力し、この出力ハードコピー画像および所望の色を含むハードコピー画像をそれぞれ前記測定手段によって測定して前記目的の色データおよび前記所望の色データを取得することを特徴とするデジタルカラープリンタ。

【請求項 7】

30

請求項 5 または 6 に記載のデジタルカラープリンタであって、

さらに、前記画像処理装置に設けられる、前記 3 次元ルックアップテーブルを作成するのに用いられる複数の色パッチの入力色データを格納する手段と、色パッチの入力色データに基づいて前記画像記録装置によって、ハードコピー画像として出力された色パッチを計測して前記複数の色パッチの出力色データを得る手段と、前記画像処理装置に設けられる、前記入力色データと前記出力色データから前記 3 次元ルックアップテーブルを作成する手段とを有することを特徴とするデジタルカラープリンタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

40

本発明は、色変換用 3 次元ルックアップテーブルの補正法およびこの機能を備える画像処理装置ならびにこれを備えるデジタルカラープリンタに関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、デジタル技術の進展に伴い、写真、印刷、複写（ハードコピー）、テレビジョン、モニタ（ソフトコピー）などの多数のメディア間でカラー画像情報の伝達を行うマルチメディアが注目されている。このようなマルチメディアシステムでは、カラー画像情報はデジタルカラー画像データによって行われている。このようなマルチメディアシステムでは、様々な入出力メディアを扱う入出力デバイスは、それぞれ固有の色空間を有しているため、入力デバイスで入力されたカラー画像データ、例えば R（レッド）、G（グリーン）

50

、B(ブルー)やC(シアン)、M(マゼンタ)、Y(イエロー)などを出力デバイスで正確に再現するためには入出力デバイス間で互いの色空間が適切に、例えば互いに過不足なく対応するように変換されなければならない。

【0003】

しかしながら、このような色変換は線型ではないことが多い。例えば、入力メディアから入力デバイスによって入力される入力画像データを r, g, b とし、出力メディアに出力デバイスによって出力するための出力画像データを R, G, B とするとき、入力画像データ(r, g, b)から出力画像データ(R, G, B)への変換は、一般的に線型な写像関係とはならず、以下に示す式(1)のような複雑な非線型な関数 f_R, f_G, f_B を用いる写像関係として表わされる。場合によっては、このような関数 f_R, f_G, f_B 自体を定めることができない場合もある。

$$\begin{aligned} R &= f_R(r, g, b) \\ G &= f_G(r, g, b) \\ B &= f_B(r, g, b) \end{aligned} \quad \cdots \cdots \cdots (1)$$

このように色変換は線型ではないので、入力画像データ(r, g, b)から色再現性のよい出力画像データ(R, G, B)を簡単に得ることはできない。

【0004】

近年、計算機の性能向上やパーソナルコンピュータの普及に伴い、色情報を計算機で扱う機会が増え、非線型関数を解くことが可能となってきている。例えば、スキャナでカラー画像をデジタル化して、上記式(1)で示される非線型写像による色修正を加えてプリンターに出力するようなことが広く行われるようになってきている。

このような色情報の入出力装置の較正を行う場合や、異なるデバイス間の色情報を相互に変換する場合には、色変換マトリックスを用いた変換法もあるが、3次元ルックアップテーブル(以下、3DLUTと記す)を用いた変換法がよく用いられる。

ここで、図7に示すように、3DLUTは、現実にカラー画像を出力する系において、入力メディアから入力デバイスによって入力される入力信号値(r, g, b)を、出力デバイスによって出力メディアに出力するための出力信号値(R, G, B)に変換するための、入出力信号値の対応関係を表わす検索表である。しかしながら、このような3DLUTは、入出力信号値各々に対して一定の(有限な)段数、例えば N 段で与えられるため、 $N \times N \times N$ 個の格子点について入出力信号値の写像として与えられるものである。このため、現実の変換では、変換する点が格子点に当たることは極めてまれなことから、3次元(体積)補間などの補間によって、入力信号値から出力信号値を求めていている。

【0005】

このような3DLUTを作成する際には、対象とする画像出力系において特定の色パッチを入力または出力してその入出力データ値の写像関係を求めるという方法がとられている。この色パッチは一次独立な3色(RGB, CMY)の各信号値を代表する N 段の信号値を組み合わせた $N \times N \times N$ 色の色パッチ画像データ、すなわち入出力格子点データで構成される。

【0006】

上記のような方法で色変換用3DLUTを求めることができるが、色変換をする際に、ある特定の色だけを所望の色に修正したいという機会、例えば、顔の肌色をもっと明るく、あるいは少しピンクがかった肌色に仕上げたい場合や、草木の緑色、空の青色をより好まれる色に修正する場合などがしばしばある。このような場合には、目的の色の周辺に位置する格子点データを修正して、所望の色に変換されるようにするわけであるが、上述したように、目的の色が格子点に存在することは極めてまれであることから、目的の色が格子点の間に存在した場合には格子点をどのように修正すればよいかを求めるることは容易ではないという問題があった。また、色が連続的に変化するようにしないと画像中に不自然な飛びを生じてしまうが、これを自然に行えるように格子点データを修正することは容易ではないという問題があった。

【0007】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解消し、肌色、青空色、草木色（緑色）などの特定の色（目的の色）を所望の色に変換することができるよう色変換用3次元ルックアップテーブルの格子点データを部分的に修正することができる3次元ルックアップテーブルの補正法およびこれを実施する画像処理装置ならびにこれを備えたデジタルカラープリンタを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様は、色変換用3次元ルックアップテーブルを補正するに際し、補正前に予め補間法によって、当該3次元ルックアップテーブルの格子点の数を増大させ、色補正の目的となる目的色の色データと、前記3次元ルックアップテーブルの格子点との色空間における距離を求め、求められた距離に応じて前記目的色を目標となる所望の色に変換するのに必要な前記格子点の変換量を、前記色空間上の前記目的色の濃度点を前記目標となる所望の色に変換する濃度変更データを中心にして、その周囲の格子点は前記中心からの距離に比例して濃度変更データが減少して行くようにして求めることを特徴とする3次元ルックアップテーブルの補正法を提供するものである。ここで、本発明の3次元ルックアップテーブルの補正法は、前記格子点を前記変換量だけ変化させた補正3次元ルックアップテーブルを用いて、前記目的の色を出力させる工程と、出力された前記目的の色から前記格子点までの距離を求める工程と、前記距離に応じて前記格子点の変換量を求める工程と、を繰り返して、前記目的の色が所望の色に変化されるように前記3次元ルックアップテーブルを補正するのが好ましい。

【0009】

また、本発明の第2の態様は、入力画像データを色変換用3次元ルックアップテーブルで出力画像データに変換する画像処理装置であって、前記3次元ルックアップテーブルを格納する手段と、色補正の目的となる色の色データと、前記格納手段から読み出された前記3次元ルックアップテーブルの格子点データとの色空間での距離を演算する手段と、この距離演算手段で求められた距離に応じて前記目的の色データを、前記目的の色データと変換される所望の色データに変換するのに必要な前記格子点データの変換量を算出する手段と、この変換量算出手段によって算出された変換量だけ前記格子点データを補正して前記3次元ルックアップテーブルを補正する手段と、補正前に、予め、出力色パッチの実測によって作成された3次元ルックアップテーブルの格子点の数を増大させる補間手段とを有し、前記変換量を、前記色空間上の前記目的色の濃度点を前記目標となる所望の色に変換する濃度変更データを中心にして、その周囲の格子点は前記中心からの距離に比例して濃度変更データが減少して行くようにして求めることを特徴とする画像処理装置を提供するものである。

【0010】

また、本発明の画像処理装置は、さらに、前記補正手段で補正された3次元ルックアップテーブルを用いて前記目的の色を出力する手段を有し、この出力手段によって出力された前記目的の色データの取得、前記距離演算手段による距離の演算、前記変換量算出手段による変換量の算出および前記補正手段による3次元ルックアップテーブルの補正とを繰り返すのが好ましい。

【0011】

また、本発明の第3の態様は、上記第2の態様の画像処理装置と、この画像処理装置で得られた前記出力画像データに従って可視再生画像を出力する画像記録装置とを有することを特徴とするデジタルカラープリンタを提供するものである。

また、本発明のデジタルカラープリンタは、さらに、目的の色を含む画像および所望の色を含む画像を測定する手段を有し、前記画像記録装置が前記目的の色を含むハードコピー画像を出力し、この出力ハードコピー画像および所望の色を含むハードコピー画像をそれぞれ前記測定手段によって測定して前記目的の色データおよび前記所望の色データを取得するのが好ましい。

10

20

30

40

50

【0012】

また、本発明のデジタルカラープリンタは、さらに、前記画像処理装置に設けられる、前記3次元ルックアップテーブルを作成するのに用いられる複数の色パッチの入力色データを格納する手段と、色パッチの入力色データに基づいて前記画像記録装置によって、ハードコピー画像として出力された色パッチを計測して前記複数の色パッチの出力色データを得る手段と、前記画像処理装置に設けられる、前記入力色データと前記出力色データから前記3次元ルックアップテーブルを作成する手段とを有するのが好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明に係る3次元ルックアップテーブルの補正法およびこれを実施する画像処理装置ならびにこれを備えたデジタルカラープリンタを添付の図面に示す好適実施例に基づいて以下に詳細に説明する。

【0014】

図1は、本発明の第1の態様の3次元ルックアップテーブルの補正法を実施する本発明の第2の態様の画像処理装置を備えた本発明の第3の態様のデジタルカラープリンタの一実施例を示すブロック図である。

同図に示すように、本発明の第3の態様のデジタルカラープリンタ10は、入力画像データD1(r, g, b)を出力画像データD2(R, G, B)に3次元ルックアップテーブル(以下、3DLUTとする)を用いて変換するとともに、本発明の第1の態様の3DLUTの補正法を実施する、本発明の第2の態様の画像処理装置12と、画像処理装置12から出力される出力画像データD2(R, G, B)および第1の態様の3DLUTの補正法を行うための色パッチ出力用色データD3や修正された目的色出力用色データD4などに基づいて可視再生画像として出力画像P1や出力色パッチP2や修正された出力目的色P3などを出力する画像記録装置14と、出力色パッチP2や出力目的色P3やその目標となる出力所望色P4の色濃度を計測して出力色パッチの色データD5や目的色データD6や目標となる所望色データD7などを得る濃度計測装置16と、色補正の目的となる色、すなわち目的色を作成する目的色作成手段18と、色補正の目標となる所望色を作成する所望色作成手段20とを有する。

【0015】

まず、本発明の画像処理装置12は、上述したように、入力画像データD1(r, g, b)を内蔵する3DLUTで色変換して出力画像データD2(R, G, B)に出力するものであるが、本発明においては、色変換用3DLUTを部分的に修正して、ある特定の色が所望の色、すなわち目標となる色(以下、単に目標色という)に変換されるようにする3DLUTの補正法を実施するためのものであり、図示例においては、3DLUTの作成も行う。

【0016】

図2に画像処理装置12の一実施例のブロック図を示す。

同図に示すように、色パッチの出力用色データD3および出力色データD5を取得して3DLUTを作成する3DLUT作成手段22と、この3DLUT作成手段22によって作成された、例えばN×N×N(Nは複数)段の3DLUTに補間処理を行って、より多段、例えばM×M×M(M>N)段の3DLUTを作成する3DLUT補間手段24と、この補間手段24によって得られたM×M×M段3DLUTや修正3DLUTを格納するメモリ26と、メモリ26から格納された3DLUTを読み出し、3DLUTの格子点データと取得された色補正の目的となる目的色データとの色空間上の距離を演算する距離演算手段28と、この距離演算手段28によって求められた距離に応じて目的色データD6を、取得された色補正の目標となる所望色データD7に変換するのに必要な3DLUTの格子点データの変換量を算出する変換量算出手段30と、この算出手段30によって得られた変換量だけ3DLUTの格子点データを修正して補正された3DLUTを作成する3DLUT補正手段32と、この補正手段32による補正3DLUTをメモリ26から読み出し、この補正3DLUTによって入力画像データD1(r, g, b)を出力画像データD

10

20

30

40

50

2 (R , G , B) に変換する色変換手段 3 4 とを有する。

【 0 0 1 7 】

ところで、メモリ 2 6 には、3 D L U T に加え、3 D L U T 作成手段 2 2 によって 3 D L U T を作成するための色パッチ P 2 や目的色または修正目的色 P 3 などをも画像記録装置 1 4 によって出力するための色パッチ出力用色データ D 3 や目的色出力用データ D 4 なども格納しておくのがよい。また、画像処理装置 1 2 には、図示しないが、画像処理装置 1 2 自体や画像記録装置 1 4 やデジタルプリンタ 1 0 全体を制御する制御部などが設けられ、C P U などで構成される。このため、メモリ 2 6 には、制御部によって、デジタルプリンタ 1 0 の他、各装置 1 2 , 1 4 を制御するのに必要な情報も格納される。なお、画像処理装置 1 2 を構成する 3 D L U T 作成手段 2 2 、補間手段 2 4 、距離演算手段 2 8 、変換量算出手段 3 0 、補正手段 3 2 の一部または全部を C P U によって実行されるソフトウェアによって構成してもよい。

画像処理装置 1 2 の上述の各手段については詳述する。

【 0 0 1 8 】

画像記録装置 1 4 は、図 1 に示すように、画像処理装置 1 2 から出力される、画像出力用のデジタル出力画像データ D 2 (R , G , B) や色パッチ出力用色データ D 3 や目的色や修正目的色出力用データ D 4 に基づいて感光材料や感光体などの専用もしくは固有の記録媒体に画像露光を行い、露光済記録材料を現像処理して出力画像 P 1 、出力色パッチ P 2 や出力目的色 P 3 などの可視再生画像として出力するためのもので、図示しないが画像露光装置と現像装置からなるレーザプリンタなどを挙げることができる。本発明においては、画像露光装置の露光方式や現像装置の現像方式に特に制限はなく、例えば、レーザ露光方式や湿式および乾式現像方式などの従来公知の方式を適用可能である。

【 0 0 1 9 】

濃度計測装置 1 6 は、出力された 3 D L U T 作成用色パッチ P 2 、目的色作成手段 1 8 によって作成された目的色 P 3 や画像記録装置 1 4 から出力された修正目的色 P 3 および所望色作成手段 2 0 によって作成された目標となる所望色 P 4 の色濃度を計測し、出力色パッチデータ D 5 、目的色データや修正目的色データ D 6 および所望色データ D 7 を取得するためのものである。本発明において、濃度計測装置 1 6 は、色濃度を計測でき、色濃度データを得ることができるものであればどのようなものでもよく、例えば、濃度計、測色計、スキャナ (画像読み取り装置) などを挙げることができる。従って、濃度計測装置 1 6 は、色パッチデータ取得手段、目的色データ取得手段、または所望色データ取得手段を構成する。

【 0 0 2 0 】

目的色作成手段 1 8 は、画像記録装置 1 4 で出力される画像中の仕上げの色を変える目的で選択される特定色である目的色を作成するためのものである。所望色作成手段 2 0 は、画像記録装置 1 4 で出力される画像中の特定の目的色を仕上げるための目標となる所望の色を作成するためのものである。

【 0 0 2 1 】

例えば、記録材料がリバーサルフィルムなどの感光材料であって、この感光材料にカラー チャートを撮影して、現像後、撮影結果が得られた場合、撮影結果の中で色補正の目的で選択される色を目的色 P 3 とし、カラー チャートの対応する点の色を目標となる所望色とすることができる。従って、ここでは、カラー チャート自体を所望色を持つ画像 P 4 とすることができ、所望色作成手段 2 0 は不要であり、撮影結果を目的色を持つ画像 P 3 とし、カラー チャートの撮影手段ならびに現像手段などを目的色作成手段 1 8 とすることができる。なお、目標となる色を撮影結果として得ることができる別種の感光材料がある場合などには、同一の被写体を撮影し、その撮影結果を目標となる所望の色 P 4 としてもよい。この場合には、同一被写体の撮影手段ならびにその結果を得る手段などを所望色作成手段 2 0 とすることができます。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 2 の態様の画像処理装置およびこれを備えるデジタルカラープリンタは、基本

10

20

30

40

50

的に以上のように構成されるが、以下に、それらの作用ならびに本発明の第1の態様の3次元ルックアップテーブルの補正法について説明する。

まず、画像処理装置12の3DLUT作成手段22および補間手段24による3DLUTの作成方法について説明する。図3は、3DLUT作成手段22および補間手段24による3DLUTの作成方法の一例を示すフローチャートである。

【0023】

画像処理装置12のメモリ26から色パッチ出力用色データD3を読み出して、3DLUT作成手段22に送るとともに、レーザプリンタなどの画像記録装置14に出力し、画像記録装置14において、色パッチ出力用色データD3に基づいて、固有の感光材料、例えばリバーサルフィルムやカラー印画紙(ペーパー)などに露光(焼付)し、現像して、複数の出力色パッチP2を出力する。こうして、図3に示すように3DLUT用色パッチP2として、一次独立な色相、例えばR(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)について、各色相毎にN(Nは複数)段の色パッチ出力用色データD3、すなわち画像記録装置14への入力信号値($r_i, g_j, b_k, i = 1 \sim N, j = 1 \sim N, k = 1 \sim N$)を組み合わせた $N \times N \times N$ 色のパッチ画像、すなわち $N \times N \times N$ 個の色パッチP2を作成することができる。

【0024】

続いて、こうして出力された $N \times N \times N$ 個の出力色パッチP2を濃度計測装置16で計測して、出力色パッチの色データD5、すなわち画像記録装置14の出力信号値($R_i, G_j, B_k, i, j, k = 1 \sim N$)を得る。こうして得られた出力信号値D5($R_i, G_j, B_k, i, j, k = 1 \sim N$)は画像処理装置12に入力され、3DLUT作成手段22に送られる。

【0025】

次に、3DLUT作成手段22は、先に入力された $N \times N \times N$ 個の色パッチ画像を出力するのに用いた入力信号値D3($r_i, g_j, b_k, i, j, k = 1 \sim N$)と、こうして入力された $N \times N \times N$ 個の色パッチ画像P2の測定によって得られた出力信号値D5($R_i, G_j, B_k, i, j, k = 1 \sim N$)とを用いて、すなわち、各色パッチの入出力信号値を対応させて、 $N \times N \times N$ 段3DLUTを作成する。

こうして、従来法と同様にして、 $N \times N \times N$ 段3DLUTを作成することができる。このような $N \times N \times N$ 段3DLUTを作成する方法および手段は、特に制限的ではなく、従来公知の方法および手段でよい。

【0026】

続いて、3DLUT補間手段24は、こうして作成された $N \times N \times N$ 段3DLUTをスプライン補間等の3次元補間で補間して、各色相についてそれぞれ分割レベル数をNからM($M > N$)、例えば $M = (N - 1) \times L + 1$ に増大させた高精度($M \times M \times M$ 段)の3DLUTを作成する。

ここで、3DLUT補間手段24による補間の方法は、線型補間や面積補間や体積補間でもよく、特に限定されないが、3次元補間が可能であれば、従来公知の3次元補間でもよく、例えば、スプライン補間や四面体補間、三角柱(プリズム)補間、六面体(立方体)補間、ピラミッド補間、体積補間などを挙げることができるが、色再現性の精度などの点からは、特にスプライン補間などが好ましい。こうして、高精度の補間 $M \times M \times M$ 段3DLUTを得ることができる。

なお、3DLUT作成手段22による $N \times N \times N$ 段の3DLUTが対象とする色変換に対して十分な精度を持つ段数Nであれば、3DLUT補間手段24による補間を行う必要はなく、3DLUT補間手段24自体を設けなくともよい。

【0027】

こうして得られた $M \times M \times M$ 段3DLUTに対して、本発明の第1の態様の3DLUTの補正法を実施して、補正済 $M \times M \times M$ 段3DLUTを得る。

図4は、本発明の第1の態様の3DLUTの補正法の一実施例を示すフローチャートである。

【0028】

3DLUT作成手段22および補間手段24によって作成された高精度3DLUTは、メモリ26に格納される。

一方、目的色P3および所望色P4は、各々の作成手段18、20によって予め作成され、濃度計測装置16によって計測され、それぞれ目的色データD6および所望色データD7として画像処理装置12に入力され、例えばメモリ26に格納されたり、画像処理装置12のCPUなどの作業用メモリ等に保持されており、それぞれ距離演算手段28および変化量算出手段30で利用できるように画像処理装置12内に取得されている。

【0029】

例えば、目的色としては、ユーザが仕上がりの色を変えたいと思う色であれば、どのような色であってもよく、特に限定されないが、例えば、肌色、青空色、草木色（緑色）などの重要色であってもよい。また、これらの目的色を色変換して仕上げる目標となる所望色は、ユーザの好みや色の見えや色再現の忠実性や観察条件に応じて適宜設定すれば良く、特に制限されない。例えば、本発明法においては、任意の感光材料に再現される肌色を目的色とし、この目的色を目標とする別の感光材料の肌色に合わせるようにしてもよいし、任意の感光材料に再現される青空色を目的色として目標とするカラーチャートの青空色に合わせるようにしてもよい。ここで、目的色としては、カラーチャートを用いる場合には同一色について1点でもよいが、好ましくは、特に別種の感光材料を用いる場合には、同一色について複数の点を求め、その平均値をデータとして用いるのがよい。なお、目的色として複数の色を選択することも可能である。

【0030】

次に、距離演算手段28は、メモリ26から3DLUTを読み出し、3DLUTの格子点データと、取得されている目的色データとを用いて、色空間での3DLUTの格子点と目的色との距離を、例えば下記式(2)および(3)に従って演算する。格子点と目的色との距離を演算する色空間は、特に制限的ではなく、例えばL*a*b*空間やXYZ空間などの測色空間でも、RGB色空間やCMY色空間などの濃度空間であってもよい。

【0031】

このような色空間における2つの色間の距離は、例えばL*a*b*空間およびRGB濃度空間において、以下のように定義される。

・L*a*b*空間の距離

色空間上の2点(L1, a1, b1)と(L2, a2, b2)との距離の定義は、色差の式と同じで下記式(2)で定義される。

$$E = \{ (L1 - L2)^2 + (a1 - a2)^2 + (b1 - b2)^2 \} \dots \dots (2)$$

・RGB濃度空間の距離

濃度の場合も同様に色空間上の2点(Db1, Dg1, Dr1)と(Db2, Dg2, Dr2)との距離は、下記式(3)で定義される。

$$D = \{ (Db1 - Db2)^2 + (Dg1 - Dg2)^2 + (Dr1 - Dr2)^2 \} \dots \dots (3)$$

こうして距離演算手段28によって演算された距離は、変換量算出手段30に送られる。

【0032】

変換量算出手段30は、得られた距離に応じて目的色を目標となる所望色に変換するに必要な変換量を算出する。このようにして算出された変換量は、3DLUT補正手段32に送られ、3DLUT補正手段32は、対応する格子点データを得られた変換量だけ補正し、補正格子点データを決定し、補正された3DLUT(M×M×M段)を作成することができる。

【0033】

この距離に応じた変換量の算出および補正格子点データの決定ならびに補正3DLUTの作成を行う簡単な方法としては、色空間上のある目的色の濃度点を目標となる所望色に変換する濃度変更データを中心にして、その周囲の点には中心からの距離に比例して濃度変更データが減少して行くように操作すればよい。例えば、図5に示すように、データ点からの距離が視覚と対応するように、濃度データを一旦L*a*b*値に変換し、L*a*

10

20

30

40

50

b^* 色空間上で上記の操作を行うようにすることができる。

図5から明らかなように、撮影によって得られた色変更データAがその周りの点にも距離に比例して及んでいる様子がわかる。また、C点のように2つのデータ点から影響を受けるものに関してはそれがベクトル的に足し合わされた方向に色変化が及ぶようになるのがよい。また、この図5では L^* 方向の色変化が表現されていないが、実際には色空間内で球状に効果が及ぶようになっている。

【0034】

このような3DLUTの補正を行う補正ステップの具体的一例を図6に示す。まず、始めに、デジタルプリンタ10の画像記録装置14のレーザ露光により感光材料の現状の濃度データを求める。次に、カラーチャートを撮影して結果を測色し、それぞれの点について目標色を定める。目標となるような別の感光材料があれば、その撮影結果を目標色としてもよい。この撮影結果と目標色データを $L^* a^* b^*$ 値に変換し、上記の方法によって色空間内での色変化データとする。次に濃度データを $L^* a^* b^*$ 値に変換し、上で求めた色変換系に通す。そして得られた $L^* a^* b^*$ データを再び濃度に変換し、目標となる濃度データを得ることができる。

【0035】

なお、このような3DLUTの補正是、目的色の色空間上の濃度点から距離に応じて変換量を求める格子点の範囲は、特に制限されないが、目的色と目標となる所望色との色差、すなわち、色空間上の距離、より具体的には目的色を目標となる所望の色に変更するための濃度点の濃度変更データのベクトル（目的色から所望色へ向かうベクトル）の大きさに応じて適宜決定すればよく、例えば目的色と格子点との距離の大きさで変換量を求める格子点を決定すればよい。例えば、 $L^* a^* b^*$ 空間上の目的色との距離が色差で目的色と所望色の色差の5倍以下である格子点について距離に応じた変換量を求めるのがよい。

【0036】

このようにして求められた補正3DLUTは、画像処理装置12のメモリ26に格納され、メモリ26内の3DLUTは更新される。この補正3DLUTは、ユーザが希望する目的色を画像記録装置14によって目標とする所望色に仕上げるように色変換することができる。

しかしながら、こうして得られた補正3DLUTでは、目的色を目標となる所望色に完全に変換することができない場合があるので、目的色の所望色への仕上がり精度が不十分である場合には、補正3DLUTに上述した本発明の第1の態様の3DLUTの補正法による補正を反復することによって、変換精度（仕上がり精度）を向上させることができる。

【0037】

すなわち、メモリ26から補正3DLUTが読み出され、目的色データD3が色変換手段34によって色変換され、修正目的色出力用色データD4が得られる。この色データD4に基づいて画像記録装置14は修正目的色P3を出力し、濃度計測装置16によってその色濃度を計測し、修正目的色データD6を得る。この後、この修正目的色データD6と先に求められていた所望色データD7とを比較し、その色差がユーザの許容限度内（所定目標値以下）であれば、補正3DLUTの再補正を行わず、本補正法を終了する。

【0038】

しかしながら、両者の色差が、許容限度を超えている場合には、距離演算手段28による目的色と格子点との間の距離の演算、変換量算出手段30による格子点データの変換量の算出、補正手段32による補正3DLUTの再補正を修正目的色データD6と所望色データD7との色差が許容限度内になるまで反復する。

【0039】

こうして、特定の目的色を十分に目標となる所望の色に変換することのできる3DLUTを得ることができる。

ここで、目的色の所望色への変換精度を両者の濃度データの色差で判断しているけれども、本発明はこれに限定されず、出力された修正目的色P3と出力所望色P4とをユーザが目視により比較し、変換精度や仕上がりを判断してもよい。

10

20

30

40

50

【0040】

なお、はじめに作成する3DLUTの一次独立な各色相の段数Nは、 $N \times N \times N$ 段3DLUTを作成するために作成し、実測する色パッチの数 $N \times N \times N$ 個を決める事になるが、複数であれば特に制限的ではなく、要求される色再現性の精度に応じて適宜選択すればよい。また、補間して作成する修正 $M \times M \times M$ 段3DLUTの一次独立な各色相の段数Mは、元の3DLUTの各色相の段数Nより大であれば、特に制限的ではなく、要求される色再現性の精度および連続性に応じて適宜選択すればよい。もちろん、これらの段数NおよびMは、色再現精度や連続性の点からは、大きい方が良いが、上述したように実測する色パッチの数が $N \times N \times N$ 個となるので、必要な色再現の精度や連続性を満足するものであれば、小さい方が好ましい。例えば、はじめの3DLUTの段数Nは、7段以上であるのが好ましく、より好ましくは9段以上であるのがよく、補間後の3DLUTの段数Mは、12段以上であるのが好ましく、より好ましくは17段以上であるのが良い。なお、段数NおよびMの上限は、色再現性の点からは大きい方が良いので、特に設定する必要はない。なお、段数Nと段数Mとの関係も、特に制限的ではないが、1つの指標として、前述したように、 $N \times N \times N$ 段3DLUTの格子点間に($L - 1$)個の点を補間した場合を考慮し、 $M = (N - 1) \times L + 1$ として設定してもよい。ここで、Lは2以上であり、Lが2の場合は3DLUTの格子点間の中点を補間する場合である。

10

【0041】

従って、ここで用いられる3DLUT作成用色パッチや補正用の色変換の目標となるカラーチャート(色パッチ)は、作成される3DLUTに応じて、上述の画像出力系(カラーレーザプリンタ)で作成してもよいし、利用可能な段数が制限されるが、入出力系において予め設定されているカラーターゲット(ANSI/IT8.7/1, IT8.7/2, IT8.7/3など)やマクベスチャートなどの公知のカラーチャートや色補正用に予め作成された専用カラーチャートなどを用いてもよい。

20

【0042】

【実施例】

本発明に係る第1の態様の3次元ルックアップテーブルの補正法を実施例に基づいて以下に具体的に説明する。

(実施例1)

1) まず、レーザカラープリンタ(Phisul2; 富士写真フィルム社製、第7回色彩工学コンファレンス論文集 P119~P126、1990年10月30日、31日参照)を用いて、色補正の対象となる目的の色を持つリバーサルフィルムプロビア(ProvIA)および目標となる所望の色を持つリバーサルフィルムアスティア(ASTIA)(ともに富士写真フィルム社製)に対してRGBの各色相についての露光量を最大値から最小値までの間を15段に割り振った $15 \times 15 \times 15$ 個の3DLUT用色パッチデータ($r_i, g_j, b_k, i, j, k = 1 \sim 15$)に基づいた露光を行い、現像して、 $15 \times 15 \times 15$ 個の色パッチ画像を作成した。

30

【0043】

こうして作成した $15 \times 15 \times 15$ 個の色パッチをスキャナSG1000(大日本スクリーン社製)にて収録し、各々のパッチに対するRGB色データをそれぞれ($R_i, G_j, B_k, i, j, k = 1 \sim 15$)として求めた。こうして得られた $15 \times 15 \times 15$ 個の3DLUT用色パッチに関する出力色データ($R_i, G_j, B_k, i, j, k = 1 \sim 15$)と、露光時に用いた色パッチ出力用データ($r_i, g_j, b_k, i, j, k = 1 \sim 15$)との対応関係から $15 \times 15 \times 15$ 段の3DLUTを作成した。このようにして作成された $15 \times 15 \times 15$ 段の3DLUTの各段の中点に当たるデータをスプライン補間法によって求めて、補間し、段数を29段に増やした $29 \times 29 \times 29$ 段の3DLUTを作成した。

40

【0044】

2) 上記の2種のリバーサルフィルムを用いて、同一人物を同一条件で撮影した。

3) こうして上記の2種のリバーサルフィルムに撮影された人物画像中の肌色について、

50

それぞれ 2 種のリバーサルフィルムプロビアと同アスティアとの対応する 24 点を分光測色機 T C - 1800M (東京電色社製) を用いて測色した。同プロビアの肌色の 24 点と同アスティアの 24 点の色差の平均値は、 2.53 であった。

4) リバーサルフィルムプロビアの肌色 24 点と、同プロビアの $15 \times 15 \times 15$ 段の 3DLUT および $29 \times 29 \times 29$ 段の 3DLUT の各々の格子点との $L^* a^* b^*$ 空間内の距離を求め、その色差がプロビア - アスティア間の色差の 5 倍以内に入った場合には、格子点データを求められた距離に比例して同プロビアの色データから同アスティアの色データに色変換した。このようにして、肌色部分のみが同アスティアの色再現で、その他の色は同プロビアの色再現となるような 2 種の 3DLUT を求めることができた。

【 0045 】

5) このようにして、新たに求められた 2 種の 3DLUT を用いて同プロビアに出力した色補正の目的色である肌色の上記 24 点を測色し、目標となる同アスティアの肌色の対応する 24 点との色差の平均値は下記のようになつた。

$15 \times 15 \times 15$ 段の 3DLUT の場合 1.56

$29 \times 29 \times 29$ 段の 3DLUT の場合 1.32

6) さらに、 $29 \times 29 \times 29$ 段の 3DLUT の場合について、 3DLUT 補正 (修正) 後に得られた肌色を出発点として、上記の本発明の 3DLUT の補正法を反復することと、同プロビアに出力した色補正の目的色である肌色の上記 24 点と目標となる同アスティアの肌色の対応する 24 点との色差の平均値は、下記のようになつた。

反復修正 1 回目 0.94

反復修正 2 回目 0.90

反復修正 3 回目 0.89

【 0046 】

以上の結果から明らかなように、始めに 2.53 であったリバーサルフィルムプロビアの肌色の 24 点とリバーサルフィルムアスティアの肌色の対応する 24 点の色差の平均値は、本発明法によって補正された 3DLUT を用いると、たとえ、色パッチの実測による $15 \times 15 \times 15$ 段の 3DLUT の場合であつても、 1.56 と小さくなり、他の色はプロビアのままであっても、肌色のみをアスティアの肌色に近い色に仕上げることができることが分かる。

また、スプライン補間によって段数を増加させた高精度の $29 \times 29 \times 29$ 段の 3DLUT を用いた場合には、両フィルムの肌色の対応する 24 点の色差は、 1.32 となって、さらに小さくなり、プロビアの肌色のアスティアの肌色への色変換の精度がさらに向上することが分かる。

【 0047 】

さらに、本発明法を繰り返し適用して反復することにより、両フィルムの肌色 24 点の色差の平均値は、反復を繰り返す毎に徐々に小さくなり、プロビアの肌色のアスティアの肌色への色変換の精度がさらに段々と向上することも分かる。以上から、特定の色のみが所望の色に変換されて仕上げられた画像を得る上で、本発明法の効果は明らかである。

【 0048 】

本発明に係る 3 次元ルックアップテーブルの補正法およびこれを実施する画像処理装置ならびにこれを備えたデジタルカラープリンタは、基本的に以上のように構成されるが、本発明はこれに限定されるわけではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や設計の変更が可能なことはもちろんである。

【 0049 】

【 発明の効果 】

以上詳述したように、本発明の第 1 の態様の 3 次元ルックアップテーブルの補正法によれば、肌色、青空色、草木色 (緑色) などの特定の目的の色を目標とする所望の色に変換することができるよう色変換用 3 次元ルックアップテーブルの格子点データを部分的に修正することができる。およびこれを実施する画像処理装置ならびにこれを備えたデジタルカラープリンタを提供することにある。

10

20

30

40

50

【0050】

また、本発明の第2の態様の画像処理装置によれば、特定の目的色を目標とする所望色に変換するように、3次元ルックアップテーブルを部分的に補正する機能を持つことができる。

また、本発明の第3の態様のデジタルカラープリンタによれば、特定の目的色を目標とする所望色に色変換するように3次元ルックアップテーブルを部分的に補正することができ、補正された3次元ルックアップテーブルを用いることにより、特定の目的色が目標とする所望色に仕上げられた再生画像を出力することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第3の態様のデジタルカラープリンタの一実施例のブロック図である 10
。

【図2】 図1に示すデジタルカラープリンタに用いられる本発明の第2の態様の画像処理装置の一実施例のブロック図である。

【図3】 本発明の第1の態様の3次元ルックアップテーブルの補正法に用いられる3次元ルックアップテーブルを予め作成する方法の一実施例のフローチャートである。

【図4】 本発明の第1の態様の3次元ルックアップテーブルの補正法の一実施例のフローチャートである。

【図5】 本発明の3次元ルックアップテーブルの補正法の濃度点の変換量および補正の結果の一例を示すグラフである。

【図6】 本発明の3次元ルックアップテーブルの補正法を実施する具体的補正ステップ 20
を示す説明図である。

【図7】 現実の画像出力系における3次元ルックアップテーブルの概要を説明する説明図である。

【符号の説明】

1 0 デジタルカラープリンタ

1 2 画像処理装置

1 4 画像記録装置

1 6 濃度測定装置

1 8 目的色作成手段

2 0 所望色作成手段

2 2 3次元ルックアップテーブル作成手段

2 4 3次元ルックアップテーブル補間手段

2 6 メモリ

2 8 距離演算手段

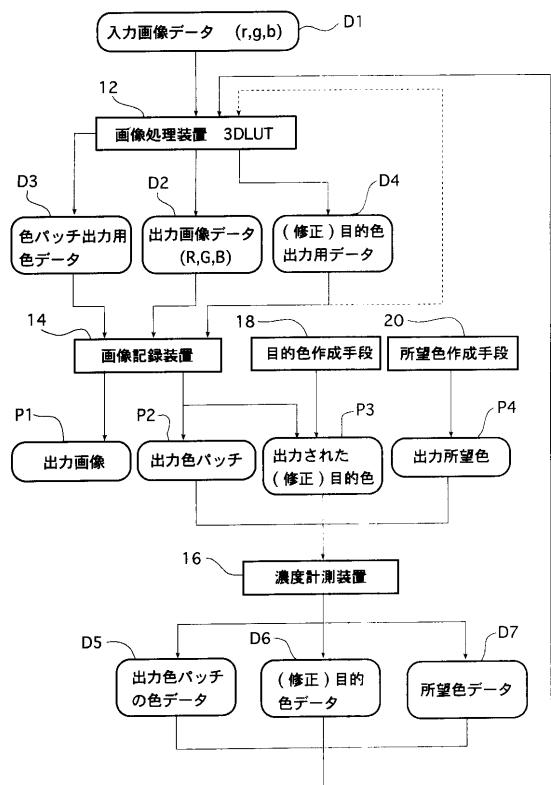
3 0 変換量算出手段

3 2 3次元ルックアップテーブル補正手段

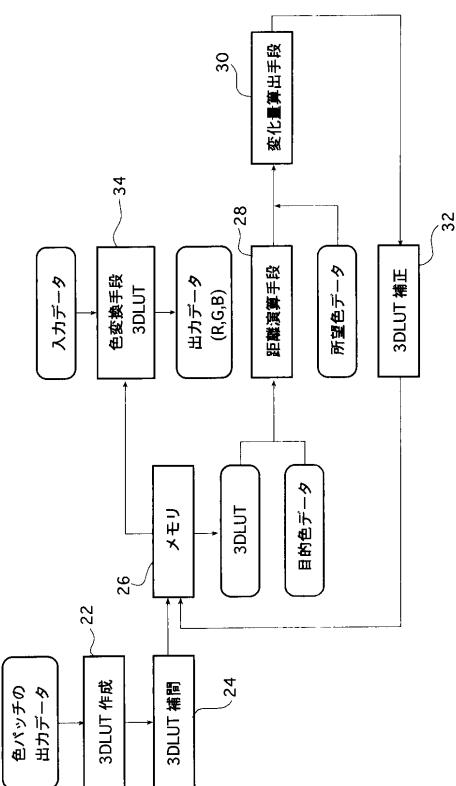
3 4 色変換手段

30

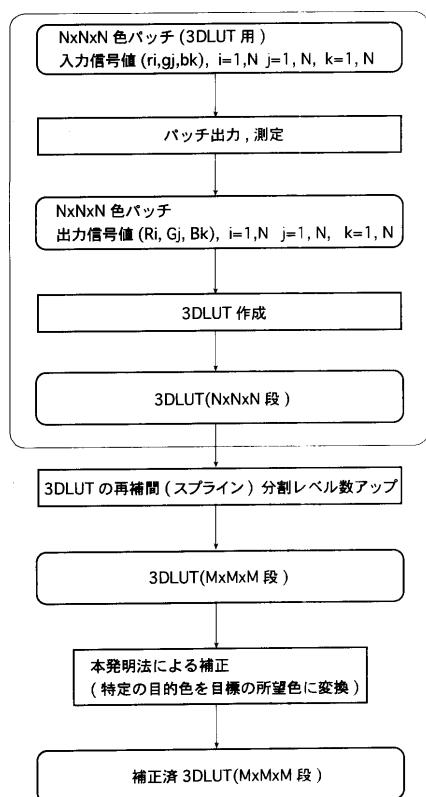
【図1】



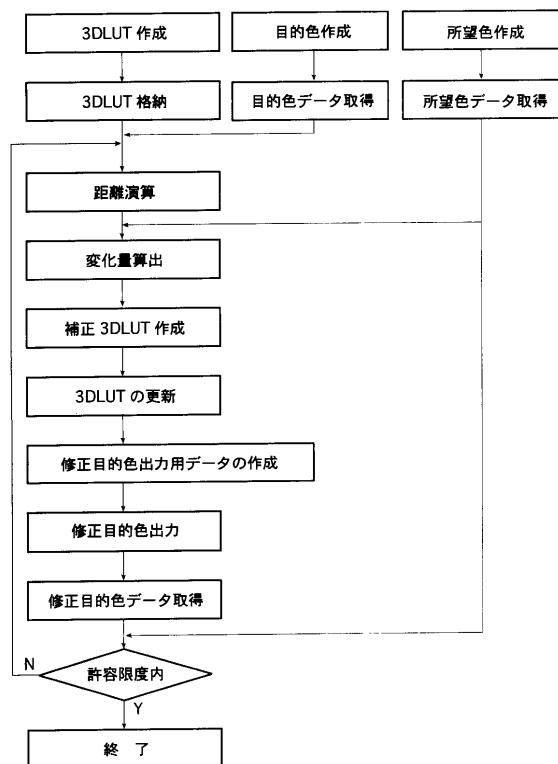
【図2】



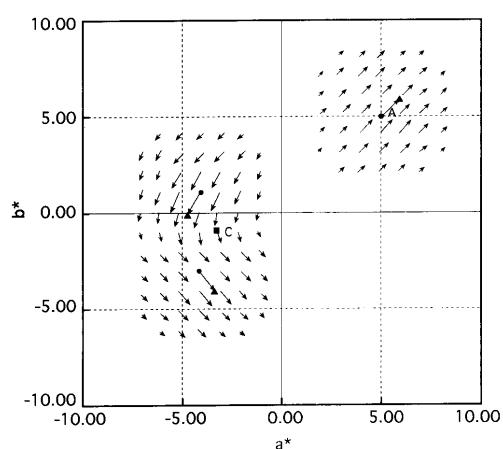
【図3】



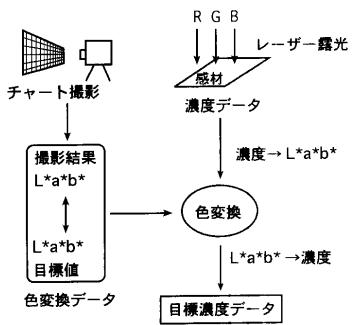
【図4】



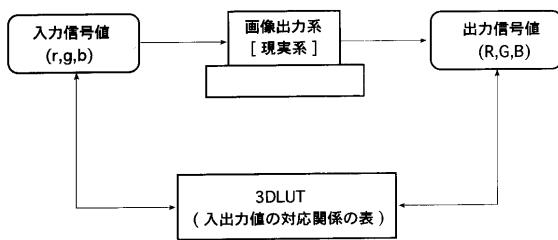
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 磐 秀康
神奈川県南足柄市中沼210番地
富士写真フィルム株式会社内

(72)発明者 室岡 孝
神奈川県南足柄市中沼210番地
富士写真フィルム株式会社内

(72)発明者 町田 誠
神奈川県南足柄市中沼210番地
富士写真フィルム株式会社内

審査官 加内 慎也

(56)参考文献 特開平09-238263 (JP, A)
特開平09-214792 (JP, A)
特開平08-237494 (JP, A)
特開平09-238264 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04N1/40-1/409

H04N1/46

H04N1/60