

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4432750号
(P4432750)

(45) 発行日 平成22年3月17日 (2010. 3. 17)

(24) 登録日 平成22年1月8日 (2010. 1. 8)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 N 1/46 (2006. 01) HO 4 N 1/46 Z

HO 4 N 1/60 (2006. 01) HO 4 N 1/40 D

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-344375 (P2004-344375)	(73) 特許権者	000005496
(22) 出願日	平成16年11月29日 (2004. 11. 29)		富士ゼロックス株式会社
(65) 公開番号	特開2006-157416 (P2006-157416A)		東京都港区赤坂九丁目7番3号
(43) 公開日	平成18年6月15日 (2006. 6. 15)	(74) 代理人	100104880
審査請求日	平成19年10月18日 (2007. 10. 18)		弁理士 古部 次郎
		(74) 代理人	100118201
			弁理士 千田 武
		(72) 発明者	東方 良介
			神奈川県足柄上郡中井町境430 グリー
			ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
		審査官	園分 直樹
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 色変換係数作成装置、およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のデバイスのデバイス色信号から第2のデバイスのデバイス色信号へ変換するために使用する入力側1次元テーブルと多次元テーブルとに設定される色変換係数を作成する色変換係数作成装置であって、

前記第1のデバイスの1または複数の色成分のデバイス色信号と、当該色成分に関する前記第2のデバイスにおけるデバイス色信号との間の対応関係を示す色変換特性曲線を算出する色変換特性算出部と、

前記色変換特性算出部によって算出された前記色成分に関する前記色変換特性曲線を前記第1のデバイスのデバイス色信号の関数として算出し、当該関数に基づいて当該色成分の当該色変換特性曲線に関する非線形度を算出する非線形度算出部と、

前記多次元テーブルの各グリッド間に含まれる前記第1のデバイスのデバイス色信号に関する前記非線形度の総和が当該各グリッド間にて略均等となるように、前記色成分に関する当該第1のデバイスのデバイス色信号を変換する入力側1次元テーブルを算出する入力側1次元テーブル算出部と、

前記入力側1次元テーブル算出部により算出された前記入力側1次元テーブルに対応した多次元テーブルを算出する多次元テーブル算出部とを備えたことを特徴とする色変換係数作成装置。

【請求項2】

前記色変換特性算出部は、前記多次元テーブルのグリッド間隔よりも細かいステップで

10

20

前記色変換特性曲線を算出することを特徴とする請求項1記載の色変換係数作成装置。

【請求項3】

前記色変換特性算出部は、前記第1のデバイスのデバイス色信号を前記第2のデバイスのデバイス色信号に変換するデバイス色信号変換部を有することを特徴とする請求項1記載の色変換係数作成装置。

【請求項4】

コンピュータを制御して、第1のデバイスのデバイス色信号から第2のデバイスのデバイス色信号へ変換するために使用する入力側1次元テーブルと多次元テーブルとに設定される色変換係数を作成するプログラムであって、

前記第1のデバイスのデバイス色信号を取得する処理と、

前記第1のデバイスのデバイス色信号を変換して前記第2のデバイスにおけるデバイス色信号を取得する処理と、

前記第1のデバイスの1または複数の色成分のデバイス色信号と、当該色成分に関する前記第2のデバイスにおける前記デバイス色信号との間の対応関係を示す色変換特性曲線を算出する処理と、

算出された前記色成分に関する前記色変換特性曲線を前記第1のデバイスのデバイス色信号の関数として算出し、当該関数に基づいて当該色成分の当該色変換特性曲線に関する非線形度を算出する処理と、

前記多次元テーブルの各グリッド間に含まれる前記第1のデバイスのデバイス色信号に関する前記非線形度の総和が当該各グリッド間にて略均等となるように、前記色成分に関する当該第1のデバイスのデバイス色信号を変換する入力側1次元テーブルを算出する処理と、

算出された前記入力側1次元テーブルに対応した多次元テーブルを算出する処理を含むことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第1のデバイスのデバイス色信号から第2のデバイスのデバイス色信号へ変換するために使用する色変換係数を生成する色変換係数作成方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

印刷、広告、出版等の業界では、画像信号は例えばC（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、K（黒）など、黒を含む4色に色分解された色信号で取り扱われることが多い。この4色に色分解された色信号は、予め所定の印刷条件を想定して作成されるが、その際に想定される印刷条件は、ある特定のプリンタや印刷機等のデバイスにおける色再現特性に基づいて設定されたものであり、デバイスに依存した色信号である。そのために、CMYK色信号を受け取るデバイスが想定された印刷条件とは異なる色再現特性を持つデバイスである場合には、その出力結果は、当初想定された印刷条件で印刷されたものとは異なった色となって再現されることとなる。

【0003】

そのため、印刷業界等では、色校正またはカラープルーフと呼ばれる商習慣があり、クライアントより発注された印刷物を輪転印刷機などで多枚数刷る（本機刷り）前に、いわゆる校正刷りを行い、クライアントの了解を得るという工程を経る。この校正刷りは、CMYKがデジタルの色信号であれば、印刷以外のマーキング方式、例えば、熱昇華型、インクジェット、ゼログラフィー等のプリンタを用いて行うことが可能である。そして、プリンタを用いて校正刷りを行う場合は、CMYKの4色に色分解したCMYK4色分解画像信号に基づいて、本機刷りを行った場合の再現色と同じになるように、CMYK4色分解画像信号を校正刷りが行われるプリンタ用のCMYK4色分解画像信号へ変換する、CMYK→CMYK画像変換が必要となる。

【0004】

その際に、CMYK→CMYK画像変換を高速に行うためには、色変換処理が必要である。このような色変換処理に関する技術の一つとして、多次元ルックアップテーブル（多次元LUT）と補間とを併用する方法がある。この多次元LUTと補間とを併用する方法においては、その補間誤差を低減することを目的として、この多次元LUTの前後に1次元ルックアップテーブル（1次元LUT）を設けた構成を利用する場合が多く、現在では、色変換のデファクトスタンダードとなっているICC（International Color Consortium）プロファイルにおいても、この多次元LUTの入力側と出力側とを1次元LUTで挟んだ構成をサポートしている。

【0005】

ここで、多次元LUTの入力側と出力側とを1次元LUTで挟んだ構成において、例えば、印刷機等のターゲットとなるデバイス（ターゲットデバイス）の色再現特性と出力するデバイス（出力デバイス）の色再現特性とから、ターゲットデバイスの色信号を出力デバイスの色信号に変換する入力側ルックアップテーブル（入力側LUT）と多次元LUT、そして、出力側ルックアップテーブル（出力側LUT）を色変換係数として算出して、ターゲットデバイスの色信号を出力デバイスの色信号へ変換する際の色変換係数を算出する技術が存在する（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

かかる特許文献1に記載された方法では、ターゲットデバイスの色再現特性からターゲットデバイスの単色階調を線形にする1次元LUTを算出してこの1次元LUTを入力側LUTとし、出力デバイスの色再現特性から出力デバイスの単色階調を線形にする1次元LUTを算出してこの1次元LUTの逆LUTを出力側1次元LUTとしている。そして、入力側LUT、多次元LUT、出力側LUTからなるターゲットデバイスから出力デバイスへの変換係数における2つの1次元LUT、言い換えると、多次元LUTの補間誤差を低減するための色変換係数を、ターゲットデバイスと出力デバイスの特性（測色データ）から独立に算出するように構成している。

また、特許文献1に記載された単色階調に着目する方法のほかにも、プロセスブラックの等価中性明度に着目して1次元LUTを作成する方法もあり、この場合には、ターゲットデバイスの線形な等価中性明度に基づいた1次元LUTを算出してこの1次元LUTを入力側LUTとし、出力デバイスの線形な等価中性明度に基づいた1次元LUTを算出してこの1次元LUTの逆LUTを出力側1次元LUTとしている。この場合も、ターゲットデバイスと出力デバイスのそれぞれの色再現特性に基づき独立して2つの1次元LUTを算出することになる。

【0007】

【特許文献1】特開2002-152543号公報（第15-17頁）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、上記した従来の色変換係数を算出する方法のように、ターゲットデバイスと出力デバイスとのそれぞれの色再現特性から独立に1次元LUTを算出することでもある程度の線形性は確保でき、補間誤差を低減することは可能ではある。

しかしながら、ターゲットデバイスと出力デバイスとのそれぞれの色再現特性から独立に1次元LUTを算出する方法では、その色再現性能はターゲットデバイスと出力デバイスとの色再現特性の差に依存している。そのため、ターゲットデバイスと出力デバイスとで色再現特性が類似している場合には補間誤差の低減は可能となるが、デバイス間の色再現特性が大きく異なる場合には、補間誤差の低減効果は期待できなくなる。一般的には、異なるデバイスではデバイスで使用されている色材の特性や現像プロセスが異なっており、デバイス間の色再現特性は大きく異なることが多いため、上記した特許文献1に記載されているような従来の方法では、入力側LUTおよび／または出力側LUTを用いた場合の多次元LUTでの補間誤差に関する低減効果は小さいという不都合を有することとなる。

特に、算出した多次元LUTの各グリッド出力値の単調性が確保できない場合には、上記のように算出した1次元LUTでは多次元LUT適用時の補間誤差が大きくなってしまいう。そのため、例えば、ターゲットデバイスと出力デバイスとの間の色変換特性を示す色変換曲線上において、出力デバイスにて色信号の立ち上がりが起こる色座標の近傍や、色信号がピーク値となる色座標の近傍での補間誤差が大きくなってしまいうという問題が生じる。

【0009】

そこで本発明は、以上のような技術的課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、ターゲットデバイス色信号から出力デバイス色信号への変換を行なうために少なくとも入力側LUTおよび多次元LUTを用いる場合において、ターゲット

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

また、本発明を色変換係数作成装置として捉え、本発明の色変換係数作成装置は、第1のデバイスのデバイス色信号から第2のデバイスのデバイス色信号へ変換するために使用する入力側1次元テーブルと多次元テーブルとに設定される色変換係数を作成する色変換係数作成装置であって、第1のデバイスの1または複数の色成分のデバイス色信号と、かかる色成分に関する第2のデバイスにおけるデバイス色信号との間の対応関係を示す色変換特性曲線を算出する色変換特性算出部と、色変換特性算出部で算出された色変換特性曲線が多次元テーブルに設定された各グリッド間で単調性を有するように、かかる色成分に関する第1のデバイスのデバイス色信号を変換する入力側1次元テーブルを算出する入力側1次元テーブル算出部と、入力側1次元テーブル算出部により算出された入力側1次元テーブルに対応した多次元テーブルを算出する多次元テーブル算出部とを備えたことを特徴としている。

20

【0014】

ここで、色変換特性算出部は、多次元テーブルのグリッド間隔よりも細かいステップで色変換特性曲線を算出することを特徴とすることができる。また、色変換特性算出部は、第1のデバイスのデバイス色信号を第2のデバイスのデバイス色信号に変換するデバイス色信号変換部を有することを特徴とすることもできる。さらには、色変換特性算出部によって算出された色成分に関する色変換特性曲線を第1のデバイスのデバイス色信号の関数として算出し、この関数に基づいてかかる色成分の色変換特性曲線に関する非線形度を算出する非線形度算出部をさらに備え、入力側1次元テーブル算出部は、多次元テーブルの各グリッド間に含まれる第1のデバイスのデバイス色信号に関する非線形度の総和が各グリッド間に略均等となるように入力側1次元テーブルを算出することを特徴とすることもできる。

30

【0015】

さらに、本発明をプログラムとして捉え、本発明のプログラムは、コンピュータを制御して、第1のデバイスのデバイス色信号から第2のデバイスのデバイス色信号へ変換するために使用する入力側1次元テーブルと多次元テーブルとに設定される色変換係数を作成するプログラムであって、第1のデバイスのデバイス色信号を取得する処理と、第1のデバイスのデバイス色信号を変換して第2のデバイスにおけるデバイス色信号を取得する処理と、第1のデバイスの1または複数の色成分のデバイス色信号と、かかる色成分に関する第2のデバイスにおけるデバイス色信号との間の対応関係を示す色変換特性曲線を算出する処理と、算出された色変換特性曲線が多次元テーブルに設定された各グリッド間で単調性を有するように、かかる色成分に関する第1のデバイスのデバイス色信号を変換する入力側1次元テーブルを算出する処理と、算出された入力側1次元テーブルに対応した多次元テーブルを算出する処理とを含むことを特徴としている。

40

【発明の効果】

【0016】

50

本発明によれば、多次元LUTにおける補間誤差を低減することができるので、ターゲットデバイスから出力デバイスへの高精度な色変換を行なうことが可能となった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図1は、本実施の形態が適用される色変換係数作成装置の構成を説明するブロック図である。図1に示す色変換係数作成装置は、例えば印刷機のような第1のデバイス（ターゲットデバイス）のデバイス色信号における階調から、例えばCMYKプリンタのような第2のデバイス（出力デバイス）のデバイス色信号における階調を算出するデバイス間色変換特性算出部1、ターゲットデバイスのデバイス色信号成分毎の非線形度をデバイス色信号成分の大きさの関数として算出する非線形度算出部2、多次元ルックアップテーブル（多次元LUT）の格子間の非線形度が略均等となるように設定された不均等格子点による多次元LUTを均等格子点による多次元LUTで実現する入力側1次元ルックアップテーブル（入力側LUT）を算出する入力側1次元テーブル算出部3、入力側1次元テーブル算出部3で算出された入力側LUTを利用する形態に合わせて出力する入力側1次元テーブル出力部4、入力側1次元テーブル算出部3により算出された入力側LUTに対応した多次元LUTを算出する多次元テーブル算出部5、多次元LUTのグリッドアドレスに対応する出力グリッド値を多次元LUTとして利用できる形式で出力する多次元テーブル出力部6で構成されている。

【0018】

ここで、色変換係数作成装置は、少なくとも入力側LUTと多次元LUTとを色変換係数として算出する色変換係数算出処理を実行する。その際に実行される色変換係数算出処理は、演算手段であるCPU（Central Processing Unit）によって実行される。すなわち、上記した各部はCPU内に構成され、CPUによって各部における処理工程が実行される。また、CPUで実行される色変換係数算出処理は、各種PCや画像形成装置などの各種コンピュータに実行されるプログラムとして提供される場合がある。このプログラムは、コンピュータが有するRAMやROM、ハードディスクドライブ（HDD）などの各種メモリに格納されている。このプログラムは、コンピュータに対して、CD-ROMやDVD-ROM、半導体メモリなどの各種リムーバブルメモリに格納された状態で提供される場合の他、インターネット等のネットワークを介してダウンロードされる場合がある。

【0019】

以下に、色変換係数作成装置を構成する各部が行なう入力側LUTと多次元LUTとを色変換係数として算出する際の処理工程を説明する。ここでは、図2に、入力側LUTと多次元LUTとを算出する際の処理の流れを示す処理フローチャートを示し、図1および図2を参照して本実施の形態の処理工程を説明する。

まず、デバイス間色変換特性算出部1は、注目階調色信号生成工程とデバイス色信号変換工程とを順に実行する。

〔注目階調色信号生成工程〕

注目階調色信号生成工程（S1）は、注目する階調（例えば、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、K（黒）の各単色階調やプロセスブラックの階調など）の色信号を生成する。ここでの階調とは、少なくとも1つの色成分が0%から100%まで等しいステップ幅で変化するものであり、変化しない色成分があってもよい。ただし、変化する色成分は常に0%から100%まで等しいステップ幅で変化する必要がある。

本実施の形態の色変換係数作成装置では、ターゲットとなるデバイス（ターゲットデバイス）を印刷機とし、そのためデバイス色空間はCMYK色空間としている。そこで、注目階調色信号生成工程では、このCMYK色空間において、C、M、Y、Kの各単色階調およびプロセスブラックの階調の階調色信号を生成する。その際には、生成する階調色信号は少なくとも多次元LUTのグリッド数よりも細かいステップで作成する必要がある。本実施の形態では、0%から100%のカバレッジを1%刻みのステップ幅で分割し、1

つの階調につき101ステップの階調色信号を算出している。ここで、図3において、注目階調色信号生成工程によって算出されたC、M、Y、Kの各単色階調およびプロセスブラックの階調の階調色信号の一例を示した。

【0020】

[デバイス色信号色変換工程]

デバイス色信号色変換工程(S2)では、ターゲットデバイスの色信号を出力デバイスの色信号に変換して多次元LUTのグリッド値を算出する処理を行う。この多次元LUTのグリッド値を算出する処理は、注目階調色信号生成工程で算出した注目階調色信号に対して行なう。

このデバイス色信号色変換工程は、ターゲットデバイス色信号を出力デバイス色信号に変換できる方法であればどのような方法を用いてもよい。ここで、図4は、デバイス間色変換特性算出部1内に配設される、ターゲットデバイス色信号を出力デバイス色信号に変換するデバイス色信号変換部10の構成の一例を示したブロック図である。図4に示すように、デバイス色信号変換部10では、まず、ターゲットデバイスおよび出力デバイスの色予測モデルをそれぞれ作成して、ターゲットデバイスデータベース20および出力デバイスデータベース30に記憶する。次に、ターゲットデバイス順色予測部11において、ターゲットデバイスデータベース20に記憶されたターゲットデバイスの色予測モデルを使用して、ターゲットデバイス色信号からデバイス独立色信号に変換する。そして、ガミュート(Gamut)マッピング部12において出力デバイスの色再現域へのマッピングを行なう。その後、出力デバイスデータベース30に記憶された出力デバイスの色予測モデルを使用して、出力デバイス逆色予測部13においてデバイス独立色信号から出力デバイス色信号を算出することができる。

このように、デバイス色信号色変換工程によって、ターゲットデバイスのC、M、Y、Kの各単色階調およびプロセスブラックの階調の階調色信号を色変換した出力デバイスの色信号のCMYK値を得ることができる。ここで、図5において、一例として、ターゲットデバイスのプロセスブラックの階調色信号を色変換した際に得られる出力デバイスの色信号のCMYK値をプロットした図を示した。

【0021】

次に、非線形度算出部2は色成分別非線形度算出工程を実行する。

[色成分別非線形度算出工程]

色成分別非線形度算出工程(S3)は、0%から100%まで変化するC、M、Y、Kおよびプロセスブラックの各色成分に対する各ステップの非線形度を算出する。ここでの非線形度とは、線形補間した際に生じるギャップに相当する尺度であり、この尺度を表すことができる量であれば如何なるものを用いることも可能である。

本実施の形態の色成分別非線形度算出工程では、注目階調色信号生成工程(S2)にて作成した階調色信号(C_n, M_n, Y_n, K_n)を、デバイス色信号色変換工程によって変換する際の入出力関係を関数($C_n', M_n', Y_n', K_n' = F(C_n, M_n, Y_n, K_n)$)によって定義し、上記した非線形度として、関数Fの2次微分の絶対値を利用する。なお、0%および100%のステップに相当する2次微分を算出することはできないが、0%および100%のステップは必ず多次元LUT上のグリッドとなることから、この2つのステップの非線形度は0であると定義する。より具体的な例を示すと、ステップnにおける非線形度 S_n ($n=0, \dots, 100$)とは、関数Fを出力する色成分ごとに分割して、 $C_n' = F_c(C_n, M_n, Y_n, K_n)$ 、 $M_n' = F_m(C_n, M_n, Y_n, K_n)$ 、 $Y_n' = F_y(C_n, M_n, Y_n, K_n)$ 、 $K_n' = F_k(C_n, M_n, Y_n, K_n)$ としたとき、
$$S_n = F_c^{(2)}(C_n, M_n, Y_n, K_n) + F_m^{(2)}(C_n, M_n, Y_n, K_n) + F_y^{(2)}(C_n, M_n, Y_n, K_n) + F_k^{(2)}(C_n, M_n, Y_n, K_n) \dots (1)$$

とすることができる。ただし、 $n=0$ および $n=100$ の場合は、 $S_n=0$ とする。

【0022】

したがって、本実施の形態の色成分別非線形度算出工程(S3)では、注目階調として

いるC、M、Y、Kの各単色階調とプロセスブラックの階調について、シアン単色階調に対して式(1)を適用することで、シアン色成分に対する各ステップの非線形度が算出できる。同様に、マゼンタ単色階調に対して式(1)を適用することでマゼンタ色成分に対する各ステップの非線形度、イエロー単色階調に対して式(1)を適用することでイエロー色成分に対する各ステップの非線形度、ブラック単色階調に対して式(1)を適用することでブラック色成分に対する各ステップの非線形度、プロセスブラック階調に対して式(1)を適用することでシアン、マゼンタ、イエロー色成分に対する各ステップの非線形度が算出できる。そして、このようにして算出した注目している階調ごとの非線形度を対応する色成分ごとに加算することで、ターゲットデバイスの色成分に対応する各ステップごとの非線形度を算出することができる。

10

なお、本実施の形態では、注目する階調の重要度をどれも均等であるとして、注目している階調ごとに算出した非線形度を対応する色成分ごとに単純に加算した例を挙げたが、注目する階調の重要度に差を付けたい場合には、重みを付けて加算するようにすることもできる。例えば、各単色の階調よりもプロセスブラックの階調を重視したい場合には、プロセスブラックの階調における各ステップごとの非線形度を例えば2倍して、他の階調の非線形度に加算すればよい。

【0023】

次に、入力側1次元テーブル算出部3は入力側LUT算出工程を実行する。

[入力側LUT算出工程]

入力側LUT算出工程(S4)は、非線形度算出部2での色成分別非線形度算出工程(S3)で算出したターゲットデバイスの色成分に対応する各ステップごとの非線形度に基づいて、多次元LUTの各グリッド間に含まれるステップに対応する非線形度の総和が多次元LUTの各グリッド間で略等しくなるように、ターゲットデバイスの色成分に対応する入力側LUTを作成する。

20

ここで、色成分別非線形度算出工程(S3)においてターゲットデバイスの色成分に対応する各ステップごとに算出された非線形度は、いくつかのステップにおいて極端に大きな非線形度を持つ場合がある。このような極端に大きな非線形度を持つステップ(以下、「特異点」ともいう。)は、図5に示したプロセスブラック階調の色変換の例のように、入力の色信号成分に対して出力の色信号成分がピークを持った場合(図5中、点Aや点B)や、途中である色成分が入り始めたり(図5中、点C)、ある色成分が100%に達してしまう場合(図5中、点D)に発生する。

30

【0024】

そこで、入力側LUTを作成する際には、このようなステップを多次元LUTのグリッド上に設定することによって、その特異点での非線形度を0にする。また、このような特異点の非線形度をそのまま使用すると、他のステップにおける非線形度を適切に取り扱うことができなくなってしまうため、このような特異点は入力側LUT算出工程(S4)の最初に抽出しておき、抽出した特異点に当たるステップの非線形度を0に修正しておく。この特異点の抽出方法としては、予め所定の方法が定められるが、極端に大きな非線形度を持つステップを抽出できる方法であればどんな方法を用いてもよい。例えば、非線形度の分散 σ を算出して 3σ を超える非線形度を持つステップを特異点として抽出することができる。また、単純に所定の閾値を超える非線形度を持つステップを特異点として抽出することもできる。

40

【0025】

ここで、色成分別非線形度算出工程(S3)で算出したターゲットデバイスの色成分に対応する各ステップごとの非線形度に基づいて、入力側LUTを算出するための処理を説明する。図6は、入力側LUTを算出するための処理の手順を示した処理フローチャートの一例である。

(1) まず、特異点抽出処理を行う(S101)。この特異点抽出処理では、非線形度算出部2での色成分別非線形度算出工程(S3)により算出されたターゲットデバイスの色成分に対応する各ステップごとの非線形度から、上述したように極端に大きな非線形度

50

を持つ特異点を抽出し、そのステップにおける非線形度を0に修正する。ここで、一例として、シアン（C）色成分の非線形度を各ステップごとに表したヒストグラムを図7に示した。

（2）次に、正規化累積非線形度算出処理を行う（S102）。この正規化累積非線形度算出処理では、各ステップごとの非線形度から正規化累積度数分布を算出する。ここで、この正規化とは、各ステップにおけるステップ0%から当該ステップまでの非線形度の累積を、各ステップの非線形度の総和で除して100倍するものであり、したがって、ステップが0%の場合の累積値は0.0となり、ステップが100%の場合の累積値は100.0となる。一例として、図7で示したシアン（C）色成分の非線形度のヒストグラムから算出した正規化累積度数分布曲線を図8に示す。

10

【0026】

（3）続いて、スムージング処理を行う（S103）。このスムージング処理では、正規化累積非線形度算出処理（S102）で算出した正規化累積度数分布曲線をスムージングする。一般的に、非線形度の累積度数分布曲線の形状は滑らかな形状をしているとは限らず、図8に示した正規化累積度数分布曲線のように微小なギャップを有している。そのため、このままの正規化累積度数分布曲線では、入力側LUTとして使用するには適しているとはいえないため、全体の形状を保ったままスムージングを行なう。このスムージング処理の方法としては、既存のどんな方法を用いてもよいが、例えば、すべてのステップにおける累積値を、その近傍に存在するステップ群の累積値の平均値で置き換えることで実現することができる。

20

【0027】

（4）さらに続いて、特異点修正処理を行う（S104）。この特異点修正処理では、特異点抽出処理（S101）で抽出した特異点のステップに相当する入力色信号成分を、多次元LUTのグリッドアドレスに相当する色信号成分に変換する入力側LUTを作成するために、特異点のステップの累積値を修正する。また、それと同時に、特異点のステップの近傍のステップの累積値も滑らかに、かつ単調に変化するように修正する。この特異点のステップの近傍のステップの累積値の修正方法としては、例えば、特異点のステップに近いステップの累積値ほど大きく修正し、離れれば離れるほどその修正量を小さくするといった方法を採用することができる。

また、この累積値の修正は、すべての特異点に対して実施してもよいし、非線形度の高い順に所定の数の特異点に対してのみ実施するように構成してもよい。ただし、修正する特異点のステップ同士が極端に近い場合には、最も大きな非線形度を持つ特異点について修正をおこない、近傍に存在するステップの特異点については修正を実施しないようにすることが好ましい。これは、これらの特異点は限られた数の多次元LUTのグリッドに配置されるためである。

30

ここで、図9に、特異点における累積値に修正を施した正規化累積度数分布曲線の一例を図示する。図9に示した正規化累積度数分布曲線では、多次元LUTのグリッド数は9と仮定しており、図9のグラフの縦軸における0、12.5、25、37.5、50、62.5、75、87.5、100の値のラインが多次元LUTのグリッドに相当する。図9中の白丸が特異点抽出処理（S101）で抽出した特異点であるとする、この特異点の正規化累積非線形度を上記した多次元LUTのグリッドに相当するライン上に修正すればよく、この図9では50のラインへ修正している（図9中、黒丸で図示）。

40

【0028】

（5）最後に、LUTデータ作成処理を行う（S105）。このLUTデータ作成処理では、特異点修正処理（S104）で得られた特異点の修正後の正規化累積度数分布曲線の入出力関係をそのまま読み替えることができ、ターゲットデバイスの色信号成分を入力（横軸）とし、入力側LUT適用後の出力を縦軸とすればよい。したがって、デバイス間色変換特性算出部1での注目階調色信号生成工程（S1）において注目階調色信号のステップ数を所望のLUTのグリッド数と合わせていれば、LUTデータ作成処理（S105）では特に何もする必要はなく、特異点修正処理（S104）で算出したステップごとの正

50

規化累積非線形度を入力側 L U T データとして得ることができる。

ただし、L U T のステップ数は多い場合には 1 0 2 4 ステップや 2 0 4 8 ステップといったかなり多いステップで利用されることも多くなってきており、注目階調色信号のステップ数を合わせられない場合もある。そのような場合に、S 1 0 4 で得られた各ステップごとの正規化累積非線形度を使用して補間処理することで、所望のグリッド数の入力側 L U T を作成することができる。

【0 0 2 9】

このように、図 6 に示した処理フローチャートによって、ターゲットデバイスの各色信号成分ごとに算出したステップごとの非線形度から、ターゲットデバイスの各色信号成分ごとに入力側 L U T を算出することができる。そして、このように算出された入力側 L U T により、特異点のステップに相当する入力色信号成分が、多次元 L U T のグリッドアドレスに相当する色信号成分に階調変換されるので、多次元 L U T においては、グリッド間において特異点が存在することはなくなり、グリッド間での L U T データ（グリッド出力値）の単調性（線形性）を高く設定することができる。それにより、多次元 L U T における補間誤差を低減することが可能となる。

【0 0 3 0】

そして、入力側 1 次元テーブル出力部 4 は、入力側 L U T 出力工程を行なう。

[入力側 L U T 出力工程]

入力側 L U T 出力工程（S 5）は、入力側 1 次元テーブル算出部 3 での入力側 L U T 算出工程（S 4）で算出した入力側 L U T を利用する形態に合わせて出力する。例えば、入力側 L U T のみを予め定められたフォーマットに合わせて外部ファイルとして出力することもできる。また、内部メモリ上のデータとして後段の多次元テーブル算出部 5 に出力し、多次元 L U T と合わせて I C C（International Color Consortium）プロファイルのデバイスリンクプロファイルとして出力することもできる。

そして、出力された入力側 L U T は、N V M（Nonvolatile Memory）、R A M 等のメモリに記憶される。

【0 0 3 1】

次に、多次元テーブル算出部 5 は、入力側 1 次元テーブル算出部 3 で算出された入力側 L U T に対応した多次元 L U T を算出する。そのために、多次元テーブル算出部 5 は、多次元 L U T アドレスグリッド生成工程、入力側 L U T 逆適用工程、デバイス色信号変換工程を順に実行する。

[多次元 L U T アドレスグリッド生成工程]

多次元 L U T アドレスグリッド生成工程（S 6）では、多次元 L U T のグリッドアドレスを生成する。本実施の形態の色変換係数作成装置では、ターゲットデバイスを印刷機としているため、C、M、Y、K の各軸に等間隔の 9 つのグリッドを設定し、そのグリッドに相当する C M Y K アドレスであるターゲットデバイス色信号 C_i M_i Y_i K_i を順番に生成する。C、M、Y、K の各軸それぞれに 9 つのグリッドを設けたので、 i は 1 ～ 6 5 6 1（ $= 9 \times 9 \times 9 \times 9$ ）の値をとることになる。なお、各軸のグリッド数は目的に応じて自由に設定することが可能である。

そして、生成したすべてのターゲットデバイス色信号 C_i M_i Y_i K_i に対して、以下で説明する工程を順に適用すればよい。または、生成したあるターゲットデバイス色信号 C_i M_i Y_i K_i に対して以下で説明する工程を順に適用し、すべてのターゲットデバイス色信号 C_i M_i Y_i K_i に対して繰り返すように構成してもよい。

【0 0 3 2】

[入力側 L U T 逆適用工程]

入力側 L U T 逆適用工程（S 7）は、多次元 L U T アドレスグリッド生成工程で生成されたターゲットデバイス色信号 C_i M_i Y_i K_i に対して、入力側 1 次元テーブル算出部 3 での入力側 L U T 算出工程により作成した入力側 L U T を逆方向に適用し、オリジナルターゲットデバイス色信号 C_i' M_i' Y_i' K_i' を算出する。

【0 0 3 3】

[デバイス色信号色変換工程]

デバイス色信号色変換工程（S8）は、デバイス間色変換特性算出部1での注目階調色信号生成工程で算出した注目階調色信号に対して行なったターゲットデバイスの色信号を、出力デバイスの色信号に変換する処理を、入力側LUT逆適用工程で得られたオリジナルターゲットデバイス色信号 C_i' 、 M_i' 、 Y_i' 、 K_i' に対して実施して、多次元LUTのグリッド値を算出する処理を行う。

この工程は、ターゲットデバイス色信号を出力デバイス色信号に変換できる方法であればどのような方法を用いてもよい。本実施の形態のデバイス色信号色変換工程（S8）では、上述したデバイス間色変換特性算出部1内に配設されるデバイス色信号変換部10と同様の構成を用い（図4参照）、ターゲットデバイス順色予測部11とGamutマッピング部12、出力デバイス逆色予測部13による3つの工程を用いた例を説明する。しかしながら、本実施の形態はこれに限定するものではなく、Gamutマッピング部12を省略したり、より好ましく再現するための補正や環境光などを加味して、より見た目に近づけるための補正などの工程を追加してもよい。

【0034】

ターゲットデバイス順色予測部11では、入力側LUT逆適用工程で算出されたオリジナルターゲットデバイス色信号 C_i' 、 M_i' 、 Y_i' 、 K_i' を、デバイス独立色信号に変換する。本実施の形態では、デバイス独立色信号としてCIE LAB色信号を使用する。ただし、本実施の形態はこれに限定するものではなく、CIE LUVやCIE CAM02、IPTなど他のデバイス独立色信号を使用してもよい。

また、デバイス独立色信号への変換には、ニューラルネットワークによるモデルを使用する方法や回帰モデルを使用する方法、マトリックス変換による方法など既存の手法を利用して変換することができる。本実施の形態では、特開平10-262157号公報に記載されている色伝達特性予測方法を用いた予測モデルを使用してオリジナルターゲットデバイス色信号 C_i' 、 M_i' 、 Y_i' 、 K_i' からデバイス独立色信号である L_i 、 a_i 、 b_i を予測する。この予測モデルによる色変換にはデバイス色信号であるCMYKと対応する第1のデバイス（印刷機）のデバイス独立色信号CIE LABとの複数の組であるターゲットデバイスベースデータを必要とするため、予め第1のデバイスで出力したカラーパッチパターンを測色するなどして、ターゲットデバイスベースデータをターゲットデバイスデータベース20に記憶しておく必要がある。

【0035】

Gamutマッピング部12は、デバイス独立色信号 L_i 、 a_i 、 b_i に対して、第2のデバイス（CMYKプリンタ）のGamut範囲に入っているか否かを判定し、入っていない場合は既存の方法で第2のデバイスのGamut外郭上にクリッピングしたり、第2のデバイスのGamut内部にマッピングしたりして、第2のデバイスが再現できるデバイス独立色信号 L_i' 、 a_i' 、 b_i' に変換する。本実施の形態においては、このGamutマッピング方法にどのような方法を使用してもよい。

本実施の形態においては、第1のデバイスの特性を表すターゲットデバイスベースデータと第2のデバイスの特性を表す出力デバイスベースデータとを用いて、Gamut外郭情報を作成し、これに基づいてGamutマッピングを実施することを想定して、Gamutマッピング部12では、ターゲットデバイスデータベース20に記憶されたターゲットデバイスベースデータと、出力デバイスデータベース30に記憶された出力デバイスベースデータとを参照する構成を採用している（図4参照）。

【0036】

出力デバイス逆色予測部13では、第1のデバイスにおける色信号であるオリジナルターゲットデバイス色信号 C_i' 、 M_i' 、 Y_i' 、 K_i' の色を可能な限り忠実に再現するために、第2のデバイスが再現できるデバイス独立色信号 L_i' 、 a_i' 、 b_i' と第1のデバイスのオリジナルターゲットデバイス色信号 K_i' とから、できるだけ第1のデバイスのK量を保持したまま、第2のデバイスで再現するカバレッジの組み合わせであるオリジナル出力デバイス色信号 C_i'' 、 M_i'' 、 Y_i'' 、 K_i'' を予測する。

本実施の形態においては、この出力デバイス逆色予測を行なう方法についても特に限定しない。たとえば、特開2002-152543号公報に記載されているK保存逆色予測方法を使用してもよいし、総量規制に対応させたLABK→CMYKモデルを使用してもよい。さらには、K保存にも限定されるものではなく、任意の方法で算出したK量を使用する方法でもよい。

なお、本実施の形態のデバイス色信号色変換工程(S8)では、オリジナルターゲットデバイス色信号 C_i', M_i', Y_i', K_i' と略一致するオリジナル出力デバイス色信号 $C_i'', M_i'', Y_i'', K_i''$ を算出できる方法であればどんな方法を用いてもよい。

【0037】

そして、多次元テーブル出力部6は、多次元LUT出力工程を行なう。

10

[多次元LUT出力工程]

多次元LUT出力工程(S9)は、多次元LUTのグリッドアドレスに対応する出力グリッド値となるオリジナル出力デバイス色信号 $C_i'', M_i'', Y_i'', K_i''$ を多次元テーブルとして利用できる形式で出力する。例えば、デバイスリンクICCプロファイルのようなデファクトスタンダードのプロファイルとして出力することができる。

そして、出力された多次元LUTは、NVM(Nonvolatile Memory)、RAM等のメモリに記憶される。

【0038】

このように、本実施の形態の色変換係数作成装置では、Gamutマッピングや総量制限などを加味して、第1のデバイス(ターゲットデバイス)のC、M、Y、Kの各単色階調およびプロセスブラックの階調の階調色信号を第2のデバイス(出力デバイス)の色信号(CMYK値)に色変換する。さらには、その色変換結果から、C、M、Y、Kおよびプロセスブラックの各色成分の変換曲線における各ステップの非線形度を算出する。続いて、各色成分の変換曲線の中で極端に大きな非線形度を持つステップ(特異点)があればそれを抽出する。そして、この特異点のステップに相当する入力色信号成分を、多次元LUTのグリッドアドレスに相当する色信号成分に変換することで、多次元LUTの各グリッド間の線形性が高くなるような不均等幅グリッドを実現する入力側LUTを算出する。加えて、このような入力側LUTの階調変換に対応した多次元LUTを算出する。それにより、このように構成された多次元LUTでは、各グリッド間においてLUTデータ(グリッド出力値)の単調性(線形性)を高めることが可能となるため、多次元LUTにおける補間誤差を低減することができ、ターゲットデバイスから出力デバイスへの色変換を精度良く実施することが可能となる。

20

30

【0039】

次に、本実施の形態の色変換係数作成装置で算出された入力側LUTおよび多次元LUTを用いて、第1のデバイス(ターゲットデバイス)から第2のデバイス(出力デバイス)へ色変換する色変換システムを説明する。図10は、かかる色変換システムの形態を示したブロック図である。

図10に示した色変換システムにおいては、プロファイル読み込み部80は、上記した色変換係数作成装置の入力側1次元テーブル出力部4および/または多次元テーブル出力部6から出力されたプロファイル、またはメモリに記憶されたプロファイルを読み込む。そして、プロファイル中の入力側LUTおよび多次元LUTを解釈して、入力側LUTの中のC(シアン)用テーブル値を入力側LUT変換部50の1次元LUT-C変換部51に、入力側LUTの中のM(マゼンタ)用テーブル値を入力側LUT変換部50の1次元LUT-M変換部52に、入力側LUTの中のY(イエロー)用テーブル値を入力側LUT変換部50の1次元LUT-Y変換部53に、入力側LUTの中のK(黒)用テーブル値を入力側LUT変換部50の1次元LUT-K変換部54に、さらには、多次元LUTのテーブル値を多次元LUT変換部60にそれぞれセットする。なお、これらの1次元LUT-C変換部51、1次元LUT-M変換部52、1次元LUT-Y変換部53、1次元LUT-K変換部54および多次元LUT変換部60は、CPUに接続されたメモリ上に構成されている。

40

50

【0040】

入力側LUT変換部50の1次元LUT-C変換部51、1次元LUT-M変換部52、1次元LUT-Y変換部53および1次元LUT-K変換部54は、それぞれ、第1のデバイス（ターゲットデバイス）40から出力された画像データをC、M、YおよびKについて階調変換する。

その後、多次元LUT変換部60は、入力側LUT変換部50によって階調変換された画像データについて色変換処理を行う。そして、色変換処理された画像信号を第2のデバイス（出力デバイス）70に出力する。

このような色変換システムでは、多次元LUT変換部60における補間誤差を低減することができるので、ターゲットデバイスから出力デバイスへの色変換を精度良く実施することが可能となる。

10

【0041】

以上説明したように、本実施の形態の色変換係数作成装置では、Gamutマッピングや総量制限などを加味して、第1のデバイスのC、M、Y、Kの各単色階調およびプロセスブラックの階調の階調色信号を第2のデバイスの色信号に色変換した際に、各色成分の変換曲線の中で極端に大きな非線形度を持つステップ（特異点）があればそれを抽出し、この特異点のステップに相当する入力色信号成分を、多次元LUTのグリッドアドレスに相当する色信号成分に変換する。それによって、多次元LUTの各グリッド間の線形性が高くなるような不均等幅グリッドを実現する入力側LUTを算出する。さらには、このような入力側LUTの階調変換に対応した多次元LUTを算出する。そのため、このように構成された多次元LUTでは、各グリッド間におけるLUTデータ（グリッド出力値）の単調性（線形性）を高めることが可能となることから、多次元LUTにおける補間誤差を低減することができ、ターゲットデバイスから出力デバイスへの色変換を精度良く実施することが可能となる。

20

【産業上の利用可能性】

【0042】

本発明の活用例として、第1のデバイスの色を第2のデバイスでシミュレートする画像形成装置、画像表示装置等への適用がある。

【図面の簡単な説明】

【0043】

30

【図1】本発明の色変換係数作成装置の構成を説明するブロック図である。

【図2】入力側LUTと多次元LUTとを算出する際の処理の流れを示す処理フローチャートである。

【図3】注目階調色信号生成工程によって算出されたC、M、Y、Kの各単色階調およびプロセスブラックの階調の階調色信号の一例を示す図である。

【図4】ターゲットデバイス色信号を出力デバイス色信号に変換するデバイス色信号変換部の構成の一例を示したブロック図である。

【図5】ターゲットデバイスのプロセスブラックの階調色信号を色変換した際に得られる出力デバイスの色信号のCMYK値をプロットした図である。

【図6】入力側LUTを算出するための処理の手順を示した処理フローチャートの一例を示す図である。

40

【図7】シアン（C）色成分の非線形度を各ステップごとに表したヒストグラムを示す図である。

【図8】シアン（C）色成分の非線形度のヒストグラムから算出した正規化累積度数分布曲線を示す図である。

【図9】特異点における累積値に修正を施した正規化累積度数分布曲線の一例を示す図である。

【図10】第1のデバイスから第2のデバイスへ色変換する色変換システムの形態を示したブロック図である。

【符号の説明】

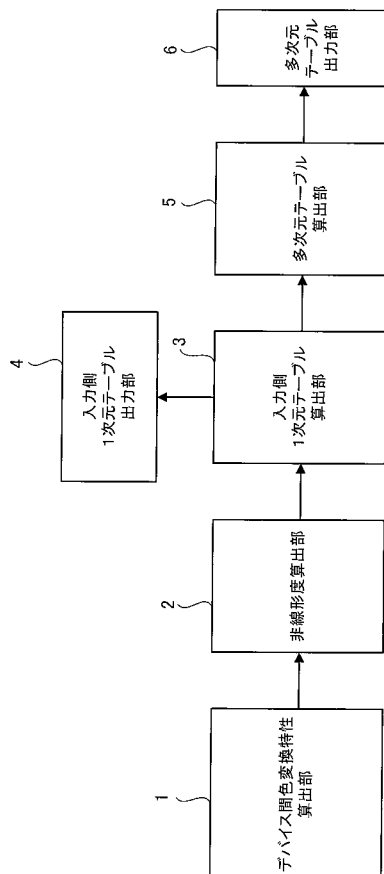
50

【0044】

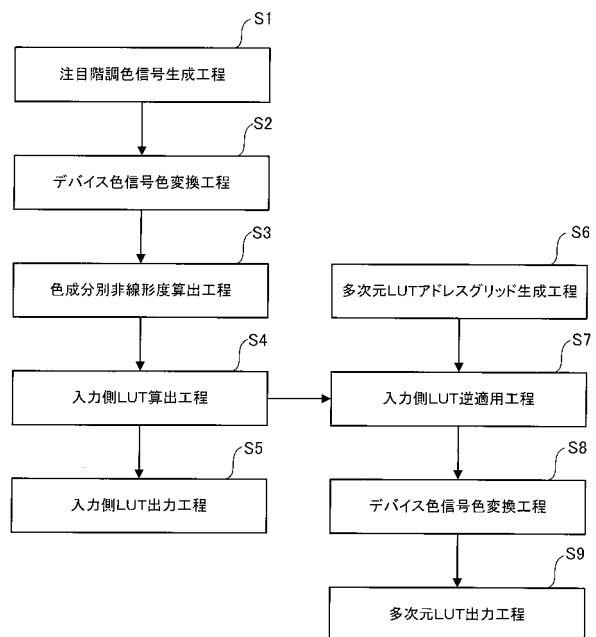
1…デバイス間色変換特性算出部、2…非線形度算出部、3…入力側1次元テーブル算出部、4…入力側1次元テーブル出力部、5…多次元テーブル算出部、6…多次元テーブル出力部、10…デバイス色信号変換部、11…ターゲットデバイス順色予測部、12…ガムット（Gamut）マッピング部、13…出力デバイス逆色予測部、20…ターゲットデバイスデータベース、30…出力デバイスデータベース、40…第1のデバイス（ターゲットデバイス）、50…入力側LUT変換部、51…1次元LUT-C変換部、52…1次元LUT-M変換部、53…1次元LUT-Y変換部、54…1次元LUT-K変換部、60…多次元LUT変換部、70…第2のデバイス（出力デバイス）、80…プロフィール読み込み部

10

【図1】



【図2】



【図 3】

(a)シアン単色階調			
C	M	Y	K
0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0
...	...	...	...
99.0	0.0	0.0	0.0
100.0	0.0	0.0	0.0

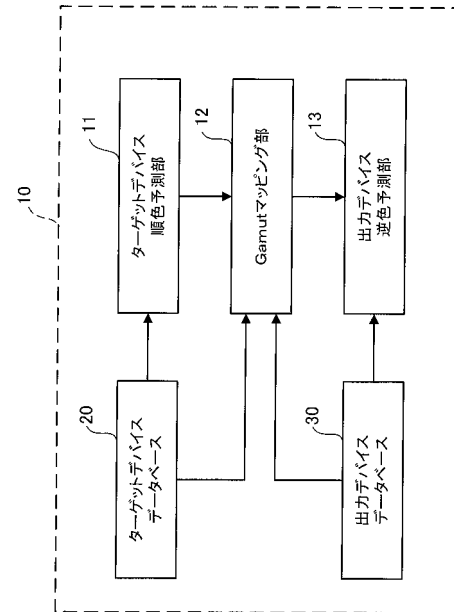
(b)マゼンタ単色階調			
C	M	Y	K
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0
0.0	2.0	0.0	0.0
0.0	3.0	0.0	0.0
...	...	...	...
0.0	99.0	0.0	0.0
0.0	100.0	0.0	0.0

(c)イエロー単色階調			
C	M	Y	K
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	0.0
0.0	0.0	2.0	0.0
0.0	0.0	3.0	0.0
...	...	...	...
0.0	0.0	99.0	0.0
0.0	0.0	100.0	0.0

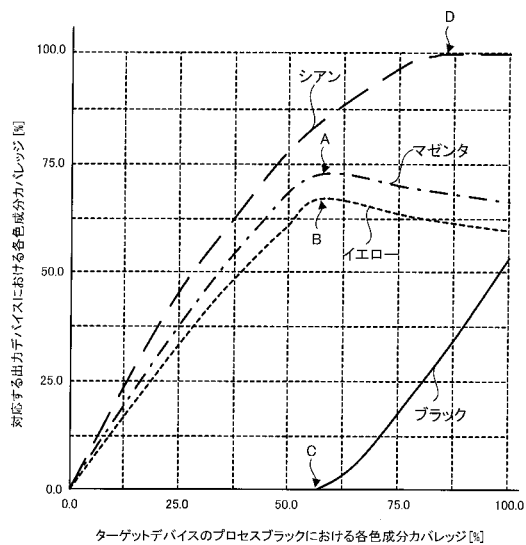
(d)ブラック単色階調			
C	M	Y	K
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0
0.0	0.0	0.0	2.0
0.0	0.0	0.0	3.0
...	...	...	...
0.0	0.0	0.0	99.0
0.0	0.0	0.0	100.0

(e)プロセスブラック階調			
C	M	Y	K
0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	1.0	1.0	0.0
2.0	2.0	2.0	0.0
3.0	3.0	3.0	0.0
...	...	...	...
99.0	99.0	99.0	0.0
100.0	100.0	100.0	0.0

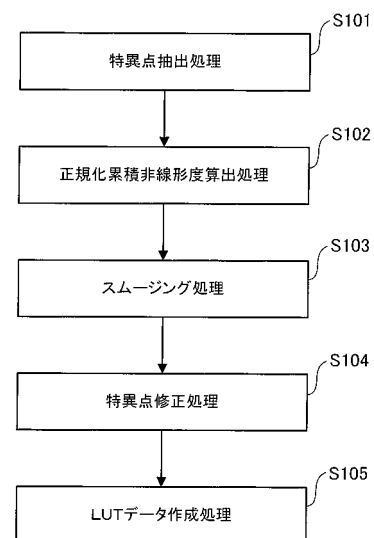
【図 4】



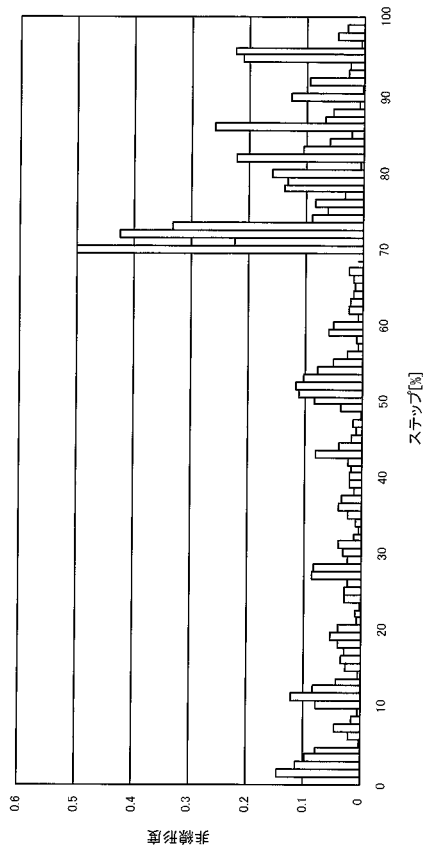
【図 5】



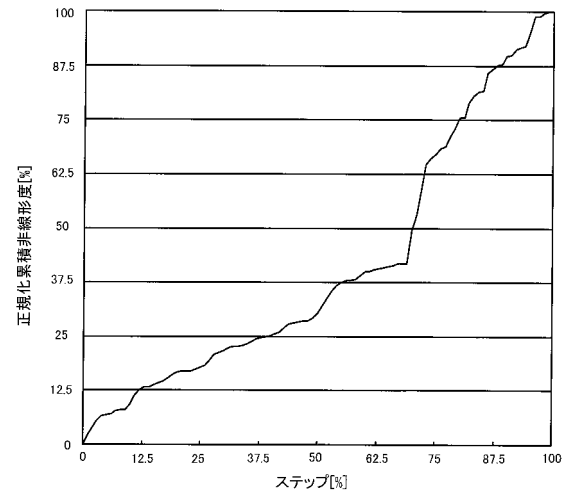
【図 6】



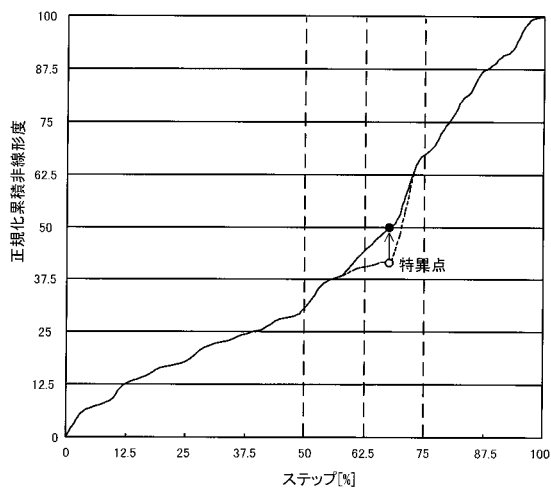
【図 7】



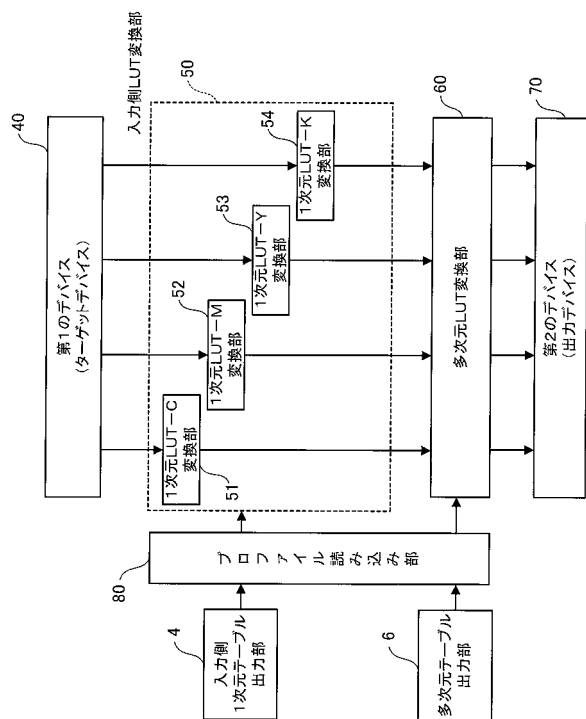
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-110865 (JP, A)
特開2000-115558 (JP, A)
特開2001-197325 (JP, A)
特開2002-152543 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N1/46-1/64