

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3712057号  
(P3712057)

(45) 発行日 平成17年11月2日(2005.11.2)

(24) 登録日 平成17年8月26日(2005.8.26)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

F 1

HO4N 1/60	HO4N 1/40	D
B41J 2/525	GO6T 1/00	510
GO6T 1/00	HO4N 1/46	Z
HO4N 1/46	B41J 3/00	B

請求項の数 28 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2001-261746 (P2001-261746)  
 (22) 出願日 平成13年8月30日 (2001.8.30)  
 (65) 公開番号 特開2003-78772 (P2003-78772A)  
 (43) 公開日 平成15年3月14日 (2003.3.14)  
 審査請求日 平成16年3月26日 (2004.3.26)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (74) 代理人 100096703  
 弁理士 横井 俊之  
 (74) 代理人 100117466  
 弁理士 岩上 渉  
 (72) 発明者 荒井 佳文  
 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 仲間 晃

(56) 参考文献 特開平06-237371 (JP, A)  
 特開平07-288701 (JP, A)  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】色変換テーブル作成方法、色変換テーブル作成装置、色変換テーブル作成プログラム、色変換装置および印刷装置

(57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて当該第1色空間と第2色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成方法であって、

第1色空間内の任意座標と第2色空間内の任意座標とを相互に変換するに当たり、上記サンプルデータに基づく変換によって上記第1色空間から第2色空間への変換より上記第2色空間から第1色空間への変換の方が高精度に変換可能な状況において、

上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第1色空間内で決定するターゲット座標決定工程と、

上記第2色空間内で変換対象となる座標を決定する変換対象座標決定工程と、

上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する変換工程と、

同変換工程にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定工程と変換工程とを繰り返し試行する試行工程と、

当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成工程とを具備することを特徴とする色変換テーブル作成方法。

10

20

【請求項 2】

予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて当該第1色空間と第2色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成方法であって、

上記サンプルデータによって上記第2色空間内に略立方格子点が構成され、上記第1色空間内で対応する格子点が非立方体となる状況において、

上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第1色空間内で決定するターゲット座標決定工程と、

上記第2色空間内で変換対象となる座標を決定する変換対象座標決定工程と、

上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する変換工程と、

同変換工程にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定工程と変換工程とを繰り返し試行する試行工程と、

当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成工程とを具備することを特徴とする色変換テーブル作成方法。

【請求項 3】

予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて第1色空間内の所望の座標と第2色空間内の座標との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成方法であって、

上記予め規定された対応関係に基づいて上記第2色空間内の座標を第1色空間内の座標へ変換する変換工程を実行可能であり、

当該変換工程によって上記第2色空間における所定の座標に対する第1色空間の座標を求めるとともに、同座標と上記第1色空間内の所望の座標とのずれをフィードバックして上記第2色空間における次なる座標を決定する工程を繰り返し、上記第1色空間内の所望の座標に対応する上記第2色空間内の座標を求めて上記色変換テーブルデータにすることを特徴とする色変換テーブル作成方法。

【請求項 4】

上記第1色空間は均等色空間であり、上記第2色空間は画像機器で使用する所定の3色を成分とした色空間であることを特徴とする上記請求項1～請求項3のいずれかに記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 5】

上記第2色空間は画像機器で使用する3色を色成分とした色空間であり、当該画像機器の出力色を所定の測色器にて測色することによって上記第1色空間と第2色空間との対応関係を規定するサンプルデータが取得されることを特徴とする上記請求項1～請求項4のいずれかに記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 6】

上記ターゲット座標決定工程では、第3色空間内の座標を所定の演算式に基づいて第1色空間内の座標に変換してターゲット座標とすることを特徴とする上記請求項1～請求項5のいずれかに記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 7】

上記第3色空間は画像機器で使用する所定の3色を成分とした色空間であることを特徴とする上記請求項6に記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 8】

上記ターゲット座標決定工程では、上記第3色空間内の座標を変換して得られた第1色空間内の座標を第1色空間内で規定される領域であって上記第2色空間を使用する画像機器の色域内にマッピングしてターゲット座標を得ることを特徴とする上記請求項6または

10

20

30

40

50

請求項 7 のいずれかに記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 9】

上記変換対象座標決定工程は、第1回目の試行工程で変換対象となる初期座標を任意のターゲット座標に対して同一の座標とすることを特徴とする上記請求項1～請求項8のいずれかに記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 10】

上記第1色空間は所定の軸に対して略軸対象に広がっており、上記変換対象座標決定工程は第1回目の試行工程で変換対象となる初期座標を当該所定の軸近辺の座標とすることを特徴とする上記請求項1～請求項9のいずれかに記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 11】

上記変換工程は、上記サンプルデータに基づいて決定されるスプライン補間関数によって上記第2色空間内の変換対象座標を第1色空間内の対応座標に変換することを特徴とする上記請求項1～請求項10のいずれかに記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 12】

上記試行工程は、上記第1色空間内でのずれ量が所定のしきい値以下にならないときに上記試行を所定回数で打ち切り、上記変換工程における変換手法を変更して再試行することを特徴とする上記請求項1～請求項11のいずれかに記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 13】

上記試行工程は、上記第1色空間内でのずれ量が所定のしきい値以下にならないときに上記試行を所定回数で打ち切り、上記第1回目の試行工程で変換対象となる初期座標を変更して再試行することを特徴とする上記請求項1～請求項12のいずれかに記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 14】

上記第1色空間は所定の軸に対して略軸対象に広がっており、上記試行工程は試行の打ち切り後に当該所定の軸に沿って所定距離離間した座標を新たな初期座標として再試行することを特徴とする上記請求項13に記載の色変換テーブル作成方法。

【請求項 15】

所定のCMY座標を与えて印刷装置によって出力したカラーサンプルを測色器で測色してLuv色空間等の均等色空間内の情報として得た均等色空間座標と上記CMY座標とによってCMY色空間と均等色空間の対応関係を規定した複数のサンプルデータが与えられているときに、当該サンプルデータに基づいてディスプレイで使用されるRGB色空間と上記CMY色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成方法であって、

上記RGB色空間で略立方格子を形成する複数の座標を所定の演算式で変換して対応する均等色空間座標を決定するターゲット均等色空間座標決定工程と、

上記CMY色空間で初期CMY座標を決定する初期CMY座標決定工程と、

上記サンプルデータにて規定された対応関係に基づいて補間演算によって上記初期CMY座標を均等色空間座標に変換する初期CMY座標変換工程と、

同初期CMY座標変換工程にて得られた均等色空間座標と上記ターゲット均等色空間座標とのずれ量を算出するずれ量算出工程と、

均等色空間におけるずれ量が小さくなるように上記CMY座標を決定し、決定したCMY座標を上記補間演算によって再度均等色空間座標に変換するとともに再度ずれ量の算出を行う試行を繰り返す試行工程と、

当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときのCMY座標と上記ターゲット均等色空間座標とを対応づけ、当該対応づけられたターゲット座標の変換元のRGB座標と上記CMY座標とを対応づけ、所定の画像を印刷するに当たり上記ディスプレイで使用されるRGB色空間で表現された画像データを印刷装置で使用されるCMY色空間で表現された画像データに変換するための色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成工程とを具備することを特徴とする色変換テーブル作成方法。

【請求項 16】

10

20

30

40

50

予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて当該第1色空間と第2色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成装置であって、

第1色空間内の任意座標と第2色空間内の任意座標とを相互に変換するに当たり、上記サンプルデータに基づく変換によって上記第1色空間から第2色空間への変換より上記第2色空間から第1色空間への変換の方が高精度に変換可能な状況において、

上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第1色空間内で決定するターゲット座標決定手段と、

上記第2色空間内で変換対象となる座標を決定する変換対象座標決定手段と、

上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する変換手段と、 10

同変換手段にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定手段と変換手段とを繰り返し試行する試行手段と、

当該試行手段において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成手段とを具備することを特徴とする色変換テーブル作成装置。

#### 【請求項17】

予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて当該第1色空間と第2色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成装置であって、 20

上記サンプルデータによって上記第2色空間内に略立方格子点が構成され、上記第1色空間内で対応する格子点が非立方体となる状況において、

上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第1色空間内で決定するターゲット座標決定手段と、

上記第2色空間内で変換対象となる座標を決定する変換対象座標決定手段と、

上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する変換手段と、

同変換手段にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定手段と変換手段とを繰り返し試行する試行手段と、 30

当該試行手段において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成手段とを具備することを特徴とする色変換テーブル作成装置。

#### 【請求項18】

予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて第1色空間内の所望の座標と第2色空間内の座標との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成装置であって、 40

上記予め規定された対応関係に基づいて上記第2色空間内の座標を第1色空間内の座標へ変換可能であり、

当該変換によって上記第2色空間における所定の座標に対する第1色空間の座標を求める第1色空間座標算出手段と、

同算出された座標と上記第1色空間内の所望の座標とのずれをフィードバックして上記第2色空間における次なる座標の決定を繰り返す試行手段と、

上記第1色空間内の所望の座標に対応する上記第2色空間内の座標を求めて上記色変換テーブルデータにする色変換テーブルデータ生成手段とを具備することを特徴とする色変換テーブル作成装置。 50

## 【請求項 19】

所定の C M Y 座標を与えて印刷装置によって出力したカラーサンプルを測色器で測色して L u v 色空間等の均等色空間内の情報として得た均等色空間座標と上記 C M Y 座標とによって C M Y 色空間と均等色空間の対応関係を規定した複数のサンプルデータが与えられているときに、当該サンプルデータに基づいてディスプレイで使用される R G B 色空間と上記 C M Y 色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成装置であって、

上記 R G B 色空間で略立方格子を形成する複数の座標を所定の演算式で変換して対応する均等色空間座標を決定するターゲット均等色空間座標決定手段と、

上記 C M Y 色空間で初期 C M Y 座標を決定する初期 C M Y 座標決定手段と、

上記サンプルデータにて規定された対応関係に基づいて補間演算によって上記初期 C M Y 座標を均等色空間座標に変換する初期 C M Y 座標変換手段と、

同初期 C M Y 座標変換手段にて得られた均等色空間座標と上記ターゲット均等色空間座標とのずれ量を算出するずれ量算出手段と、

均等色空間におけるずれ量が小さくなるように上記 C M Y 座標を決定し、決定した C M Y 座標を上記補間演算によって再度均等色空間座標に変換するとともに再度ずれ量の算出を行う試行を繰り返す試行手段と、

当該試行手段において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときの C M Y 座標と上記ターゲット均等色空間座標とを対応づけ、当該対応づけられたターゲット座標の変換元の R G B 座標と上記 C M Y 座標とを対応づけ、所定の画像を印刷するに当たり上記ディスプレイで使用される R G B 色空間で表現された画像データを印刷装置で使用される C M Y 色空間で表現された画像データに変換するための色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成手段とを具備することを特徴とする色変換テーブル作成装置。

## 【請求項 20】

予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第 1 色空間と第 2 色空間との対応関係に基づいて当該第 1 色空間と第 2 色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成プログラムであって、

第 1 色空間内の任意座標と第 2 色空間内の任意座標とを相互に変換するに当たり、上記サンプルデータに基づく変換によって上記第 1 色空間から第 2 色空間への変換より上記第 2 色空間から第 1 色空間への変換の方が高精度に変換可能な状況において、

上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第 1 色空間内で決定するターゲット座標決定機能と、

上記第 2 色空間内で変換対象となる座標を決定する変換対象座標決定機能と、

上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第 1 色空間内の対応座標に変換する変換機能と、

同変換機能にて変換された第 1 色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定機能と変換機能とを繰り返し試行する試行機能と、

当該試行機能において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第 2 色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成機能とをコンピュータに実現させることを特徴とする色変換テーブル作成プログラム。

## 【請求項 21】

予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第 1 色空間と第 2 色空間との対応関係に基づいて当該第 1 色空間と第 2 色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成プログラムであって、

上記サンプルデータによって上記第 2 色空間内に略立方格子点が構成され、上記第 1 色空間内で対応する格子点が非立方体となる状況において、

上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第 1 色空間内で決定するターゲット座標決定機能と、

10

20

30

40

50

上記第2色空間内で変換対象となる座標を決定する変換対象座標決定機能と、  
上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する変換機能と、

同変換機能にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定機能と変換機能とを繰り返し試行する試行機能と、

当該試行機能において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成機能とをコンピュータに実現させることを特徴とする色変換テーブル作成プログラム。 10

#### 【請求項22】

予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて第1色空間内の所望の座標と第2色空間内の座標との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成プログラムであって、

上記予め規定された対応関係に基づいて上記第2色空間内の座標を第1色空間内の座標へ変換する変換機能を実行可能であり、

当該変換機能によって上記第2色空間における所定の座標に対する第1色空間の座標を求めるとともに、同座標と上記第1色空間内の所望の座標とのずれをフィードバックして上記第2色空間における次なる座標の決定を繰り返す反復座標決定機能と、 20

上記第1色空間内の所望の座標に対応する上記第2色空間内の座標を求めて上記色変換テーブルデータにする色変換テーブルデータ生成機能とをコンピュータに実現させることを特徴とする色変換テーブル作成プログラム。

#### 【請求項23】

所定のCMY座標を与えて印刷装置によって出力したカラーサンプルを測色器で測色してLuv色空間等の均等色空間内の情報として得た均等色空間座標と上記CMY座標とによってCMY色空間と均等色空間の対応関係を規定した複数のサンプルデータが与えられているときに、当該サンプルデータに基づいてディスプレイで使用されるRGB色空間と上記CMY色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成プログラムであって、 30

上記RGB色空間で略立方格子を形成する複数の座標を所定の演算式で変換して対応する均等色空間座標を決定するターゲット均等色空間座標決定機能と、

上記CMY色空間で初期CMY座標を決定する初期CMY座標決定機能と、

上記サンプルデータにて規定された対応関係に基づいて補間演算によって上記初期CMY座標を均等色空間座標に変換する初期CMY座標変換機能と、

同初期CMY座標変換機能にて得られた均等色空間座標と上記ターゲット均等色空間座標とのずれ量を算出するずれ量算出機能と、

均等色空間におけるずれ量が小さくなるように上記CMY座標を決定し、決定したCMY座標を上記補間演算によって再度均等色空間座標に変換するとともに再度ずれ量の算出を行う試行を繰り返す試行機能と、 40

当該試行機能において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときのCMY座標と上記ターゲット均等色空間座標とを対応づけ、当該対応づけられたターゲット座標の変換元のRGB座標と上記CMY座標とを対応づけ、所定の画像を印刷するに当たり上記ディスプレイで使用されるRGB色空間で表現された画像データを印刷装置で使用されるCMY色空間で表現された画像データに変換するための色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成機能とをコンピュータに実現させることを特徴とする色変換テーブル作成プログラム。

#### 【請求項24】

画素の色を第1色空間内の座標値で表現した画像データについて表色系を変換して第2色空間内の座標値を取得する色変換装置であって、

上記画像データを取得する画像データ取得手段と、  
所定の記憶媒体に記録された色変換テーブルデータを参照して上記画像データの座標値を第2色空間内の座標値に変換する色変換手段とを具備し、  
上記色変換テーブルデータは、

第1色空間と第2色空間との対応関係を規定する所定数のサンプルデータであって、当該サンプルデータを参照すると上記第1色空間から第2色空間への変換より上記第2色空間から第1色空間への変換の方が高精度に変換可能となっているデータを予め取得するサンプルデータ取得工程と、

上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第1色空間内で決定するターゲット座標決定工程と、

上記第2色空間内で変換対象となる座標を決定する変換対象座標決定工程と、

上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する変換工程と、

同変換工程にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定工程と変換工程とを繰り返し試行する試行工程と、

当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成工程と、

によって生成されたテーブルデータであることを特徴とする色変換装置。

#### 【請求項25】

画素の色を第1色空間内の座標値で表現した画像データについて表色系を変換して第2色空間内の座標値を取得する色変換装置であって、

上記画像データを取得する画像データ取得手段と、

所定の記憶媒体に記録された色変換テーブルデータを参照して上記画像データの座標値を第2色空間内の座標値に変換する色変換手段とを具備し、

上記色変換テーブルデータは、

第2色空間内に略立方格子点が構成され、第1色空間内で対応する格子点が非立方体となる状況においてこれらの対応関係を規定する所定数のサンプルデータを予め取得するサンプルデータ取得工程と、

上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第1色空間内で決定するターゲット座標決定工程と、

上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する変換工程と、

同変換工程にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定工程と変換工程とを繰り返し試行する試行工程と、

当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成工程と、

によって生成されたテーブルデータであることを特徴とする色変換装置。

#### 【請求項26】

画素の色を第1色空間内の座標値で表現した画像データについて表色系を変換して第2色空間内の座標値を取得する色変換装置であって、

上記画像データを取得する画像データ取得手段と、

所定の記憶媒体に記録された色変換テーブルデータを参照して上記画像データの座標値を第2色空間内の座標値に変換する色変換手段とを具備し、

上記色変換テーブルデータは、

第1色空間と第2色空間との対応関係を規定する所定数のサンプルデータを予め取得す

10

20

30

40

50

るサンプルデータ取得工程と、

上記サンプルデータに規定された対応関係に基づいて上記第2色空間内の座標を第1色空間内の座標へ変換する変換工程と、

当該変換工程によって上記第2色空間における所定の座標に対する第1色空間の座標を求めるとともに、同座標と上記第1色空間内の所望の座標とのずれをフィードバックして上記第2色空間における次なる座標を決定する工程を繰り返し、上記第1色空間内の所望の座標に対応する上記第2色空間内の座標を求めて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブル生成工程と、

によって生成されたテーブルデータであることを特徴とする色変換装置。

【請求項27】

10

画素の色をディスプレイで使用されるRGB色空間の座標値で表現した画像データについて表色系を変換して印刷装置で使用されるCMY色空間内の座標値を取得する色変換装置であって、

上記画像データを取得する画像データ取得手段と、

所定の記憶媒体に記録された色変換テーブルデータを参照して上記画像データの座標値を印刷装置で使用されるCMY色空間内の座標値に変換する色変換手段とを具備し、

上記色変換テーブルデータは、

所定のCMY座標を与えて印刷装置によって出力したカラーサンプルを測色器で測色してLuv色空間等の均等色空間内の情報として得た均等色空間座標と上記CMY座標によってCMY色空間と均等色空間の対応関係を規定した複数のサンプルデータを取得するサンプルデータ取得工程と、

上記RGB色空間で略立方格子を形成する複数の座標を所定の演算式で変換して対応する均等色空間座標を決定するターゲット均等色空間座標決定工程と、

上記CMY色空間で初期CMY座標を決定する初期CMY座標決定工程と、

上記サンプルデータにて規定された対応関係に基づいて補間演算によって上記初期CMY座標を均等色空間座標に変換する初期CMY座標変換工程と、

同初期CMY座標変換工程にて得られた均等色空間座標と上記ターゲット均等色空間座標とのずれ量を算出するずれ量算出工程と、

均等色空間におけるずれ量が小さくなるように上記CMY座標を決定し、決定したCMY座標を上記補間演算によって再度均等色空間座標に変換するとともに再度ずれ量の算出を行う試行を繰り返す試行工程と、

当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときのCMY座標と上記ターゲット均等色空間座標とを対応づけ、当該対応づけられたターゲット座標の変換元のRGB座標と上記CMY座標とを対応づけることにより上記色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成工程と、

によって生成されたテーブルデータであることを特徴とする色変換装置。

【請求項28】

30

画素の色を第1色空間内の座標値で表現した画像データについて表色系を変換して第2色空間内の座標値を取得して印刷を実行する印刷装置であって、

上記画像データを取得する画像データ取得手段と、

上記請求項1～請求項3、請求項15のいずれかに記載の色変換テーブルデータを参照して上記画像データの座標値を第2色空間内の座標値に変換する色変換手段と、

色変換後のデータに基づいて印刷を実行する印刷実行手段とを具備することを特徴とする印刷装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、色変換テーブル作成方法、色変換テーブル作成装置、色変換テーブル作成プログラム、色変換装置および印刷装置に関する。

【0002】

40

50

### 【従来の技術】

ディスプレイやプリンタ等の画像機器は、通常3色の色成分を階調値で表現したカラー画像データを使用して任意の色を表現している。例えば、R(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)の3色を使用したRGB表色系やC(シアン)、M(マゼンタ)、Y(イエロー)3色を使用したCMY表色系等種々の表色系を使用している。この表色系は一般に画像機器固有の機器独立色であるので、種々の画像機器間で同じ画像を同じ色で出力可能にするために表色系間の対応関係を規定したLUT(ルックアップテーブル)が用いられている。当該LUTにおいては、入力側画像機器の表色系と出力側画像機器の表色系との対応関係を規定したものや出力側画像機器の表色系と絶対色空間との対応関係を規定したものがある。

10

### 【0003】

印刷装置におけるLUTは通常 $M^3$ 個( $M$ はLUTの各成分のグリッド数)の座標にて対応関係を規定する必要があり、総ての点について測色器で測定するのは非現実的なため、 $N^3$ 個( $M > N$ )の座標点をサンプルデータとして $M^3$ 個の座標点を規定している。例えば、 $Luv$ 座標値をCMY座標値と対応づけるに当たり、所定のCMY値に基づいて印刷した $N^3$ 個のパッチを測色器で測定し $Luv$ 座標値を得るとともに、得られた対応関係を使用して体積補間等の線形補間演算を行い、任意の $M^3$ 個の $Luv$ 座標値に対するCMY座標値を算出していた。

### 【0004】

#### 【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の色変換プログラムでは、以下のような課題があった。  
すなわち、上記印刷装置によってサンプルの色パッチを印刷するため、CMY座標値はCMY表色系において立方格子点の座標値を選定することができるものの、測色結果によって対応づけられる $Luv$ 表色系等の均等知覚色空間の座標値が形成する格子点は一般に歪んでいる。上記体積補間演算において立方格子点内の任意座標を歪んだ格子点内の任意座標に変換する際には高精度で変換可能であるが、歪んだ格子点内の任意座標を高精度で立方格子点内の任意座標に変換するためには非常に多くの格子点が必要となり、上記 $N^3$ 個程度の座標点では不十分である。従って、上述のようにして作成されたLUTの精度は高いとは言えない。

20

### 【0005】

実際の印刷に際しては任意の座標値を当該LUTに規定された座標値にて補間演算することによって算出するので、印刷時に高精度で色変換を行うことができない。具体的には、表色空間のある領域が周りの領域と比較して局所的に低精度となる現象を避けることができず、印刷結果にトーンジャンプを生じさせてしまう。また、この手法においては種々の印刷装置の機種総てに対して一定レベルの高精度を担保することができず、ある機種での色変換が突出して低精度となるようことがある。

本発明は、上記課題にかんがみてなされたもので、表色空間の全域で高精度の色変換を可能にするとともに、変換精度に機種依存性を生じさせることのない色変換テーブルを生成可能な色変換テーブル作成方法、色変換テーブル作成装置、色変換テーブル作成プログラム、色変換装置および印刷装置の提供を目的とする。

30

### 【0006】

#### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1にかかる発明は、予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて当該第1色空間と第2色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成方法であって、第1色空間内の任意座標と第2色空間内の任意座標とを相互に変換するに当たり、上記サンプルデータに基づく変換によって上記第1色空間から第2色空間への変換より上記第2色空間から第1色空間への変換の方が高精度に変換可能な状況において、上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第1色空間内で決定するターゲット座標決定工程と、上記第2色空間内で変換対象となる座標を決定

40

50

する変換対象座標決定工程と、上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する変換工程と、同変換工程にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定工程と変換工程とを繰り返し試行する試行工程と、当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成工程とを具備する構成としてある。

#### 【0007】

上記のように構成した請求項1にかかる発明においては、予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて当該第1色空間と第2色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する。ここで作成されるデータは、第1色空間から第2色空間へ高精度で変換可能にするデータであり、上記サンプルデータに基づく変換によって上記第1色空間から第2色空間への変換より上記第2色空間から第1色空間への変換の方が高精度に変換可能な状況において以下の工程に沿って生成される。

10

#### 【0008】

まず、ターゲット座標決定工程において色変換テーブルとして対応関係が規定される対象のターゲット座標が上記第1色空間内で決定され、変換対象座標決定工程において上記第2色空間内で変換対象となる座標が決定される。変換工程においては、上記サンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する。上述のようにこの変換は高精度に変換可能である。試行工程では当該変換工程にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定工程と変換工程とを繰り返し試行する。すなわち、試行の繰り返しによって通常は第1色空間でのずれ量が徐々に小さくなっていく。そして、色変換テーブルデータ生成工程では当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する。

20

#### 【0009】

すなわち、本発明においては第2色空間内の座標を第1色空間内の座標へ変換するとともに当該変換後の座標がターゲット座標と所定のしきい値以下に接近するまで試行を繰り返す。従って、このしきい値を充分小さくすることにより、試行後の第2色空間内の座標と第1色空間内の座標とは同色とみなすことができ、この時点で両者を対応づけることによって両色空間の座標を高精度に対応づけることができる。尚、しきい値を使用した判別には、ずれ量と所定のしきい値とを直接的に比較して判別を行う構成の他、ずれ量を第1色空間を構成する軸に沿った成分で表現し当該成分が所定のしきい値以下になっているか否かを判別する構成等も採用可能である。ここで、両色空間の座標が高精度に対応づけられるのは、上記変換工程にて第2色空間から第1色空間へ高精度に座標変換可能であることに基づいている。すなわち、変換後の座標とターゲット座標とのずれが所定値以下になったとしても変換精度が低精度であれば第2色空間の座標とターゲット座標とが同色であるとみなすことはできない。変換後の座標とターゲット座標とが第1色空間内で非常に接近していたとしても精度誤差に起因して偶然接近しているだけと言うことも考えられるからである。

30

#### 【0010】

また、ターゲット座標と第2色空間との対応関係を規定するにあたり、上記試行を繰り返すことによって、低精度の変換である第1色空間から第2色空間への変換を実施することなく色変換テーブルデータを生成することができ、任意のターゲット座標に関して一度もターゲット座標を低精度変換で変換する必要がない。さらに、試行によって第2色空間内の座標を徐々に目標に近づけるので、任意のターゲット座標についてその第1色空間の位置やサンプルデータの配置に影響を受けることなく、第2色空間の対応座標を求めることができる。従って、一般的のLUTに必要なM<sup>3</sup>個の座標を容易に得ることができる。さら

40

50

に、試行によって第2色空間内の座標を移動させてるので上記サンプルデータの一部のデータが誤っていたとしても、上記工程で既に生成した色変換テーブルデータをサンプルデータとして使用していくことによって徐々に正確な対応関係を規定した色変換テーブルデータが増加し、最終的には総ての座標で高精度に対応関係を規定した色変換テーブルデータとすることができる。

#### 【0011】

ここで、色変換による精度に関してはサンプルデータに基づいて上記第1色空間から第2色空間への変換より上記第2色空間から第1色空間への変換の方が高精度に変換可能であればよい。すなわち、第2色空間から第1色空間への変換が高精度に実行可能であれば上記ターゲット座標を第2色空間の座標へ直接変換するよりも上記試行工程を経た方が結果として高精度の対応関係を規定することができる。両変換の精度差が大きいほど本発明を実施するメリットが増大する。この変換手法としては特に限定されないが、補間演算を想定すると上述のように変換精度に差が生ずる状況となりやすい。すなわち、第2色空間の座標で表現された色を所定の画像機器で出力し、当該出力色を測色して第1色空間内の座標を得る場合、これらの対応関係がサンプルデータとなるが、画像機器でいずれの色を出力させるのかは通常容易に制御できる。

10

#### 【0012】

そこで、第2色空間で立方格子を構成する座標の色を出力させれば、対応色は一般的に第1色空間で立方格子とならないが、補間演算によって立方格子内の座標を非立方格子内の座標に変換するのは非常に容易、すなわち高精度に実施可能であるが、逆変換は容易ではなく一般に低精度となる。従って、かかる状況において本発明を適用すると、低精度の変換をすることなく高精度に両空間の対応関係を規定することができるので、非常に高精度で色変換可能な色変換テーブルデータを生成することができる。また、上記非立方格子内の座標を立方格子内の座標に変換する低精度の変換手法を実施する場合には、この非立方格子の形状によって変換精度に局所的なばらつきが生じ易く、変換精度の画像機器機種依存性の原因となるが、本発明では高精度の変換を使用して試行するので、生成後の色変換テーブルデータによる色変換精度に局所的なばらつきが生じることがなく、機種依存性が生じることもない。

20

#### 【0013】

ターゲット座標決定工程においては、色変換テーブルデータ生成対象の座標を決定することができればよく、ターゲット座標は任意の座標とすることができます。もちろん、後述のようにターゲット座標の決定について工夫をすれば、種々の点で好適な作用効果を奏するよう構成可能である。変換対象座標決定工程においても変換対象座標を決定することができればよく、本発明においては試行によって座標を移動させていく関係上、試行の初期にて任意の座標を選んでも通常は上記ずれ量を所望のしきい値以下にすることができますが、もちろん、後述のようにしてしきい値以下に収束する可能性を向上させるなど種々の工夫を採用可能である。試行工程においては、複数回の試行によって変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるようにすることができればよく、ガウスニュートン法や勾配探索法など種々の最適化手法を採用することができる。色変換テーブルデータ生成工程では、所定のしきい値を設定するとともにしきい値以下となる対応関係を取得することができればよく、この結果として多数の対応関係を取得することによって色変換テーブルデータを生成することができる。

30

#### 【0014】

また、請求項2にかかる発明は、予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて当該第1色空間と第2色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成方法であって、上記サンプルデータによって上記第2色空間内に略立方格子点が構成され、上記第1色空間内で対応する格子点が非立方体となる状況において、上記対応関係が規定される対象のターゲット座標を上記第1色空間内で決定するターゲット座標決定工程と、上記第2色空間内で変換対象となる座標を決定する変換対象座標決定工程と、上記サ

40

50

ンプルデータに基づいて上記変換対象となる座標を第1色空間内の対応座標に変換する変換工程と、同変換工程にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量が小さくなるように上記変換対象座標決定工程と変換工程とを繰り返し試行する試行工程と、当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときに上記変換対象となった第2色空間内の座標と上記ターゲット座標とを対応づけて色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成工程とを具備する構成としてある。

【0015】

すなわち、試行工程によって第2色空間内の座標の色とターゲット座標の色とを近づけ、最終的に同色とみなされる段階で両者の対応関係を色変換テーブルデータとして規定する手法は、種々の状況に対して適用可能である。本発明においては、上記サンプルデータによって上記第2色空間内に略立方格子点が構成され、上記第1色空間内で対応する格子点が非立方体となる状況においてターゲット座標決定工程と変換対象座標決定工程と変換工程と試行工程と色変換テーブルデータ生成工程を適用する。この状況においては、補間演算等によって上記略立方格子点内の座標に基づいて非立方格子点内の座標を得ることは一般的に容易かつ高精度に実施可能である。従って、この状況においても高精度に色変換可能な色変換テーブルデータを生成可能である。ここで、上記格子点は略立方格子、すなわちサンプルデータの座標点が立方体の略頂点に位置していれば良く、厳密に立方体であることが要求されるわけではない。このような状況の観点以外については上記請求項1と同様に種々の構成、手法、工夫等を採用可能である。

【0016】

さらに、請求項3にかかる発明は、予め取得される所定数のサンプルデータによって規定された第1色空間と第2色空間との対応関係に基づいて第1色空間内の所望の座標と第2色空間内の座標との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成方法であって、上記予め規定された対応関係に基づいて上記第2色空間内の座標を第1色空間内の座標へ変換する変換工程を実行可能であり、当該変換工程によって上記第2色空間における所定の座標に対する第1色空間の座標を求めるとともに、同座標と上記第1色空間内の所望の座標とのずれをフィードバックして上記第2色空間における次なる座標を決定する工程を繰り返し、上記第1色空間内の所望の座標に対応する上記第2色空間内の座標を求めて上記色変換テーブルデータにする構成としてある。すなわち、試行工程によって第2色空間の座標の色とターゲット座標の色とを近づけて対応関係を規定する手法は、色変換テーブルデータを生成するに当たり種々の状況下において採用することができる。

【0017】

以上のように本発明は種々の状況下で実行されるが、その好適な一例として請求項4にかかる発明は、上記第1色空間は均等色空間であり、上記第2色空間は画像機器で使用する所定の3色を成分とした色空間である構成としてある。すなわち、上記第1色空間内では試行工程において変換工程にて変換された第1色空間内の対応座標と上記ターゲット座標とのずれ量を評価する必要があり、均等色空間内においては空間内の距離差が色の差すなわち色差に相当することから第1色空間内のずれ量の評価は色のずれ量の評価と等価であり、試行工程の結果同色とみなすことができる状態に至っているか否かを評価するのに好適である。均等色空間の具体例としてはLuv空間やLab空間等が挙げられる。また、第2色空間を画像機器で使用する所定の3色を成分とした色空間にすることによって、画像機器で直接的に使用可能な色変換テーブルデータを生成することができる。また、当該画像機器の機器依存性を考慮した色変換テーブルデータを生成することができる。

【0018】

さらに、請求項5にかかる発明では、上記第2色空間は画像機器で使用する3色を色成分とした色空間であり、当該画像機器の出力色を所定の測色器にて測色することによって上記第1色空間と第2色空間との対応関係を規定するサンプルデータが取得される構成としてある。すなわち、画像機器の出力色を測色することによって正確なサンプルデータを得ることができる。また、画像機器で扱うカラー画像データが第2色空間内の座標として表

10

20

30

40

50

現されるので、第2色空間内で利用者所望の任意座標をサンプルデータとして採用することができる。サンプルデータは生成される色変換テーブルデータ数より少數であるが、上記変換工程にて画像機器の略全色域で高精度に変換可能な程度の数を確保する必要があり、 $10^3$ 程度の数が現実的である。また、画像機器で使用する3色を色成分とした色空間は通常当該3色を直交軸とした3次元空間で表現されるので、各軸を等分して立方格子とするのが好ましく、この意味でサンプルデータを $X^3$ 個（Xは各軸の等分数+1）とするのが好ましい。

【0019】

上記ターゲット座標の決定を行う際に好適な構成例として請求項6にかかる発明は、上記ターゲット座標決定工程では、第3色空間内の座標を所定の演算式に基づいて第1色空間内の座標に変換してターゲット座標とする構成としてある。すなわち、ターゲット座標は第1色空間内で任意の座標とすることができますものの、色変換テーブルデータの作成という意味では所定の指針の元に決定した方が都合が良いことがある。所定の演算式に基づいて第3色空間内の座標から第1色空間内の座標を得ることができる場合、第3色空間の座標を変換してターゲット座標とすれば、第1色空間と第2色空間との対応関係を規定した色変換テーブルから、さらに第3色空間と第2色空間との対応関係を規定した色変換テーブルを生成することができる。

【0020】

第3色空間内の座標からターゲット座標を得るに当たり、特に好適な一例として請求項7にかかる発明は、上記第3色空間は画像機器で使用する所定の3色を成分とした色空間である構成としてある。すなわち、この場合は第3色空間を使用する画像機器の色を第1色空間内の座標と対応づけ、さらに第2色空間内の座標と対応づけることができるので、他の画像機器で第2色空間を使用する場合には両画像機器の色を対応づける色変換テーブルを生成することができる。ここで、第3色空間内で略立方格子点を選定し、上記演算式によって当該略立方格子点を変換した座標をターゲット座標とすれば、色変換テーブル内のデータを略立方格子となるように構成することができる。また、上記第3色空間内で規定された色を画像データとして使用する画像機器において、その色域の略全域をカバーするように第3色空間内の座標を選定すれば、色変換テーブルデータにおいて当該画像機器の色域の略全域をカバーすることができる。この第3色空間としては例えば、ディスプレイで使用するRGB空間やスキャナで使用するRGB空間等種々の空間を採用可能である。

【0021】

さらに、請求項8にかかる発明は、上記ターゲット座標決定工程では、上記第3色空間内の座標を変換して得られた第1色空間内の座標を第1色空間内で規定される領域であって上記第2色空間を使用する画像機器の色域内にマッピングしてターゲット座標を得る構成としてある。すなわち、第3色空間内の座標は演算式により第1色空間内座標に変換され、第2色空間内の座標は変換工程により第1色空間内の座標に変換されるので、第2色空間内の色と第3色空間内の色とは第1色空間内で考えれば共通の指標で評価することができる。

【0022】

第2色空間を使用する画像機器と第3色空間を使用する画像機器とにおいては、その色域は一般的に異なっている。色域が異なっている場合は、一方の画像機器では出力可能であり他方の画像機器では出力不可能である色が存在する。この場合に出力不可能な色を色変換テーブルデータで規定していても、色変換テーブルデータの使用に際してその色が参照されることはない。そこで、ガマットマッピングを行えば、両画像機器にて共通に出力可能な色に関して色変換テーブルデータを規定することができる。色を調整するという意味ではむろん上記ガマットマッピングの他にも種々の調整が可能であり、肌色やグレーなどで座標位置を調整して多くの利用者が満足するように色を調整すること等が可能である。

【0023】

上記試行工程においては、ずれ量が小さくなるように試行をすればよいが、ず

10

20

30

40

50

れ量を所定のしきい値以下に収束させるためには種々の工夫が採用可能である。その一例として請求項9にかかる発明では、上記変換対象座標決定工程は、第1回目の試行工程で変換対象となる初期座標を任意のターゲット座標に対して同一の座標とする構成としてある。すなわち、試行工程においてずれ量を小さくするように第2色空間内の座標を移動させるに当たり、ずれ量の計算結果が局所的な極小値にある場合には計算式上はいずれの方向に移動させても見かけ上ずれ量が小さくならないように見えることがある。このような局所的な極小値に達するか否かは第1回目の試行工程で変換対象とした初期座標に強く影響を受けることがある。すなわち、ある初期座標ではスムーズにずれ量が小さくなるが、他の初期座標ではスムーズにずれ量が小さくならないことがある。

## 【0024】

10

また、ターゲット座標の色と対応する第2色空間内の初期座標の色とが非常にかけ離れている場合には、上記ずれ量が所定のしきい値以下になるまで時間がかかる。このように、第2色空間内で選定する初期座標としては、適不適が存在する。しかし、本発明において総てのターゲット座標に対して理想的な初期座標を個々に選定するのは煩雑であり、また困難である。そこで、第2色空間内の初期座標を任意のターゲット座標に対して同一の座標とすると好適である。この初期座標としては、第1色空間内の対応点が任意のターゲット座標と比較したときに極端に遠いものでなく、局所的には極小値に落ち込みにくい座標であれば好適である。かかる座標においては大半のターゲット座標について好ましい初期座標となる。

## 【0025】

20

初期座標の具体例として好適な構成として請求項10にかかる発明では、上記第1色空間は所定の軸に対して略軸対象に広がっており、上記変換対象座標決定工程は第1回目の試行工程で変換対象となる初期座標を当該所定の軸近辺の座標とする構成としてある。すなわち、第1色空間が所定の軸に対して略軸対象に広がっている場合には、当該軸近辺の座標は第1色空間内の任意の座標から見てある程度の距離以下となり、第1色空間の端の方へ偏った座標を初期座標として選定する場合と比較して任意のターゲット座標の色とかけ離れた色にて試行開始することを防止可能である。ここでは、任意の座標から軸近辺の座標までの距離に偏りが生じていなければ良く、軸近辺の座標として軸上の座標を選んでもいいしその近辺の座標であっても良い。本発明では座標を逐次移動させて、この座標位置に厳密さは要求されない。また、所定の軸に対して略軸対象に広がる色空間としては、L軸に対して略対象に広がるLuv空間やLab空間が挙げられる。

## 【0026】

30

さらに、請求項11にかかる発明では、上記変換工程は、上記サンプルデータに基づいて決定されるスプライン補間関数によって上記第2色空間内の変換対象座標を第1色空間内の対応座標に変換する構成としてある。すなわち、この変換工程においてはスプライン補間関数によって第2色空間の任意の座標を第1色空間の対応座標へ変換しており、スプライン補間関数はサンプルデータの態様によって一方の色空間から他方の色空間へ非常に高精度で変換可能である。スプライン補間関数は、一方の色空間を構成する各軸独立に変化させることができる関数を考慮して導出され、この点が変換精度にとって非常に重要である。すなわち、上記サンプルデータにおいて第2色空間の立方格子点に位置する色を採用すると、色成分の軸に沿って隣の格子点は色成分の1色のみを変化させたものとなっている。従って、第2色空間内の色を一色のみ変化させたときに第1色空間の色成分がどのように変化するかを把握することができ、この関係に基づいてスプライン補間関数を規定することができる。

## 【0027】

40

上記サンプルデータにおいて第1色空間内の座標が非立方格子であれば上記変換と逆に第1色空間の座標を第2色空間の座標に変換することは非常に困難である。第1色空間の任意座標とサンプルデータとの位置関係を把握しづらく、どのサンプルデータを補間に使用すべきか判定するのが困難であるとともに、隣接するサンプルデータにおいて色成分が独立に変化していないので、1色のみを独立変数として考えることが事実上不可能となるか

50

らである。この状況は実際の画像機器でよく起こることである。例えば、第2色空間としてCMY色空間を使用する印刷装置においては、出力カラー画像データをCMY独立に変化させれば容易に立方格子点座標の色を出力可能であるが、当該出力色を測色した結果、例えばLuv空間中では歪んだ格子となる。

#### 【0028】

上記スプライン補間は、現状考え得る非常に高精度の変換手法であり本発明での変換工程に採用するのが非常に好適であるが、もちろん、変換工程にて採用する変換手法はスプライン補間に限られず、種々の変換を採用可能であるし、今後より高精度の変換手法が開発されたときにはその変換手法を採用することによって、より高精度に色変換可能な色変換テーブルを提供することができる。

10

#### 【0029】

上記試行工程においてはスムーズにずれ量が小さくならない場合も考慮しておくと好適であり、そのための構成例として請求項12にかかる発明では、上記試行工程は、上記第1色空間内でのずれ量が所定のしきい値以下にならないときに上記試行を所定回数で打ち切り、上記変換工程における変換手法を変更して再試行する構成としてある。すなわち、上記変換工程では現状考え得る最も高精度の変換手法を採用するのが好適であるが、その変換手法に起因してずれ量を小さくする作業に支障が生じる場合もあり、そのときは一旦変換手法を変更して他の手法によって再試行すればずれ量がスムーズに小さくなることが多い。

#### 【0030】

もちろん、この場合にも最終的に高精度の変換手法にて変換するようにすれば、生成される色変換テーブルデータを高精度にすることができる。このような変換手法の変更を行う状況として好適な例としては、通常は高精度に変換可能なスプライン補間を実施する場合が挙げられる。すなわち、高次のスプライン補間を実施した場合には、その曲線形状に起因して上述のようにずれ量が小さくならない現象が発生するので、この場合には立方体の頂点を参照点とした補間や三角錐補間に変更すれば、容易にこの問題を回避可能となる。

20

#### 【0031】

さらに、スムーズにずれ量が小さくならない場合を考慮した他の構成例として請求項13にかかる発明では、上記試行工程は、上記第1色空間内でのずれ量が所定のしきい値以下にならないときに上記試行を所定回数で打ち切り、上記第1回目の試行工程で変換対象となる初期座標を変更して再試行する構成としてある。すなわち、初期座標の位置によってはスムーズにずれ量が小さくならないことがあり、この場合には初期座標を変更して再試行すればずれ量がスムーズに小さくなることが多い。

30

#### 【0032】

このように初期座標を変更する際の構成例として請求項14にかかる発明は、上記第1色空間は所定の軸に対して略軸対象に広がっており、上記試行工程は試行の打ち切り後に当該所定の軸に沿って所定距離離間した座標を新たな初期座標として再試行する構成としてある。すなわち、第1色空間が所定の軸に対して略軸対象に広がっている場合には、上述のように当該軸近辺の座標を初期座標とするのが好適であり、軸近辺の初期座標でずれ量がスムーズに小さくならない場合に軸に沿って所定距離離間した座標を新たな初期座標とすれば、依然として軸近辺の好適な座標を初期座標として再試行することができる。

40

#### 【0033】

さらに、請求項15にかかる発明は、所定のCMY座標を与えて印刷装置によって出力したカラーサンプルを測色器で測色してLuv色空間等の均等色空間内の情報として得た均等色空間座標と上記CMY座標とによってCMY色空間と均等色空間の対応関係を規定した複数のサンプルデータが与えられているときに、当該サンプルデータに基づいてディスプレイで使用されるRGB色空間と上記CMY色空間との対応関係を規定する多数のデータを含む色変換テーブルデータを作成する色変換テーブル作成方法であって、上記RGB色空間で略立方格子を形成する複数の座標を所定の演算式で変換して対応する均等色空間座標を決定するターゲット均等色空間座標決定工程と、上記CMY色空間で初期CMY座

50

標を決定する初期 CMY 座標決定工程と、上記サンプルデータにて規定された対応関係に基づいて補間演算によって上記初期 CMY 座標を均等色空間座標に変換する初期 CMY 座標変換工程と、同初期 CMY 座標変換工程にて得られた均等色空間座標と上記ターゲット均等色空間座標とのずれ量を算出するずれ量算出工程と、均等色空間におけるずれ量が小さくなるように上記 CMY 座標を決定し、決定した CMY 座標を上記補間演算によって再度均等色空間座標に変換するとともに再度ずれ量の算出を行う試行を繰り返す試行工程と、当該試行工程において上記ずれ量が所定のしきい値以下になったときの CMY 座標と上記ターゲット均等色空間座標とを対応づけ、当該対応づけられたターゲット座標の変換元の RGB 座標と上記 CMY 座標とを対応づけ、所定の画像を印刷するに当たり上記ディスプレイで使用される RGB 色空間で表現された画像データを印刷装置で使用される CMY 色空間で表現された画像データに変換するための色変換テーブルデータを生成する色変換テーブルデータ生成工程とを具備する構成としてある。すなわち、ディスプレイと印刷装置との色空間を対応づける LUT を作成する際に本発明を適用することができる。  
10

#### 【0034】

このように、第2色空間内の座標を変換して第1色空間内でターゲット座標に近づける試行を繰り返して色変換テーブルデータを生成する手法は実体のある装置において実現され、その意味で本発明を実体のある装置としても適用可能であることは容易に理解できる。すなわち、請求項16～請求項19のように実体のある装置としても有効であることに相違はない。むろん、請求項4～請求項14に対応した装置を構成可能であることは言うまでもない。また、このような色変換テーブル作成方法は単独で実施される場合もあるし、ある機器に組み込まれた状態で他の方法とともに実施されることもあるなど、発明の思想としてはこれに限らず、各種の態様を含むものであって、ソフトウェアであったりハードウェアであったりするなど、適宜、変更可能である。  
20

#### 【0035】

発明の思想の具現化例として色変換テーブル作成方法を実施するソフトウェアとなる場合には、かかるソフトウェアを記録した記録媒体上においても当然に存在し、利用されるといわざるをえない。従って、本発明は請求項20～請求項23のように色変換テーブル作成プログラムとしても実現可能であるし、請求項4～請求項14に対応したプログラムも構成可能である。むろん、その記録媒体は、磁気記録媒体であってもよいし光磁気記録媒体であってもよいし、今後開発されるいかななる記録媒体においても全く同様に考えることができる。また、一次複製品、二次複製品などの複製段階については全く問う余地無く同等である。  
30

#### 【0036】

その他、供給方法として通信回線を利用して行なう場合でも本発明が利用されていることにはかわりない。さらに、一部がソフトウェアであって、一部がハードウェアで実現されている場合においても発明の思想において全く異なるものではなく、一部を記録媒体上に記憶しておいて必要に応じて適宜読み込まれるような形態のものとしてあってもよい。また、必ずしも全部の機能を当該プログラム自身で実現するのではなく、外部のプログラムなどに実現させるようなものであっても良い。その場合であっても、各機能をコンピュータに実現させ得るものであればよいからである。  
40

#### 【0037】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、請求項1～請求項3、請求項15、請求項16～請求項28にかかる発明によれば、第1色空間の座標と第2色空間の座標とを高精度で対応づける色変換テーブルデータを生成し、表色空間の全域で高精度の色変換を可能にするとともに、変換精度に機種依存性を生じさせることのない色変換テーブルを生成可能な色変換テーブル作成方法、色変換テーブル作成装置、色変換テーブル作成プログラム、色変換装置および印刷装置を提供することができる。

また、請求項4にかかる発明によれば、色差をずれ量としながら試行を行うことができるとともに画像機器で使用するカラー画像データの直接的な対応関係を算出することができる  
50

きる。

【0038】

さらに、請求項5にかかる発明によれば、非常に高精度のサンプルデータを使用して本発明を実施することができる。

さらに、請求項6にかかる発明によれば、容易にターゲット座標を選定することができるとともに、第3色空間と第2色空間とを対応づける色変換テーブルを生成することができる。

さらに、請求項7にかかる発明によれば、第3色空間内の略全域をカバーするとともに、画像機器対画像機器の色空間対応関係を規定した色変換テーブルを生成することができる。

さらに、請求項8にかかる発明によれば、画像機器の色域内の色を対応づけた色変換テーブルを生成することができる。

【0039】

さらに、請求項9にかかる発明によれば、大半のターゲット座標について好ましい初期座標とすることができます。

さらに、請求項10にかかる発明によれば、任意のターゲット座標の色とかけ離れた色にて試行開始することを防止可能である。

さらに、請求項11にかかる発明によれば、非常に高精度に第2色空間の座標を第1色空間の座標に変換することができる。

【0040】

さらに、請求項12にかかる発明によれば、再試行過程でずれ量をスムーズに小さくすることができます。

さらに、請求項13にかかる発明によれば、再試行過程でずれ量をスムーズに小さくすることができます。

さらに、請求項14にかかる発明によれば、再試行過程で好ましい初期座標を選定し続けることができる。

【0041】

【発明の実施の形態】

ここでは、下記の順序に従って本発明の実施の形態について説明する。

(1) 本発明の構成 :

(2) サンプルデータの生成 :

(3) ターゲット座標の決定 :

(4) 試行工程 :

(5) 初期座標の変更 :

(6) LUT作成作業 :

(7) 作成された色変換テーブルデータに基づく色変換処理 :

(8) 他の実施形態 :

【0042】

(1) 本発明の構成 :

図1は、本発明にかかる色変換テーブル作成方法の工程を概略的に説明する説明図であり、図2は各工程の関係を示すブロック図である。図1においてコンピュータ10は汎用的なパーソナルコンピュータにて実現可能であり、ディスプレイ11と印刷装置12とが接続されている。本実施形態においては、印刷装置12で使用するCMY色空間と均等色空間であるLuv色空間との対応関係を規定し、さらにディスプレイ11で使用するSRGB色空間とCMY色空間とを対応づける。すなわち、本実施形態では上記第1色空間がLuv色空間であり、第2色空間がCMY色空間であり、第3色空間がSRGB色空間である。また、印刷装置12はCMYインクの他ブラック(K), ライトシアン(c), ライトマゼンタ(m)インクを使用する6色プリンタであり、最終的には17<sup>3</sup>個の参照点にてSRGB空間とCcMmYK空間との対応関係を規定する色変換テーブル(LUT)を生成する。

10

20

30

40

50

## 【0043】

コンピュータ10においては、ドットマトリクス状の画素についてCMYの各色256階調のデータを与えて所望の色を表現し、印刷装置12にてカラー画像を印刷させることができる。本実施形態においては、印刷装置12にて実際に印刷を行った色パッチを測色することによって $10^3$ 個のサンプルデータ30を得ている。このサンプルデータ30は印刷装置12にて使用するCMY色空間と均等色空間であるLuv色空間とを対応づけるデータである。本実施形態においては、ターゲット座標決定部31においてLuv色空間で所定のターゲット座標Tを与え、試行部35はCMY色空間の座標で表現される色とLuv色空間のターゲット座標Tで表現される色とが同色とみなされるように試行を繰り返す。

10

## 【0044】

すなわち、変換対象座標決定部32においてCMY色空間で所定の変換対象座標tを与え、変換部33においてサンプルデータ30に基づいて変換対象座標tをLuv座標t'に変換するとともに、ずれ量算出部34においてLuv色空間内でターゲット座標TとLuv座標t'とのずれ量を評価する。そして、試行部35はこのずれ量を小さくする方向に上記変換対象座標tを移動させ、上記変換とずれ量算出を繰り返す。従って、この工程を繰り返して最終的にずれ量が微差となったときには変換対象座標tとターゲット座標Tとが同色であるとみなすことができ、両座標を対応づけつつ色変換テーブル内にデータとして登録する。試行部35においてこのような試行とデータ登録の工程を $17^3$ 回繰り返すことにより、 $17^3$ 個のデータによってLuv色空間とCMY色空間とを対応づけるLUTが生成される。

20

## 【0045】

生成されたLUTのCMY座標は、一義的にCcMmYK色空間の座標と対応づけることができ、分版処理部36は上記LUT内のCMY座標をCcMmYK座標に変換する。また、Luv色空間のターゲット座標Tは予め公知の演算式によってsRGB色空間内の立方格子座標から生成されており、ターゲット座標決定部31が上記生成されたLUTのLuv座標をsRGB座標に変換する。この結果、上記Luv座標とCMY座標とを対応づけたLUTからsRGB座標とCcMmYK座標とを対応づけたLUTを容易に生成することができ、LUT生成部37にてsRGB色空間とCcMmYK色空間とを対応づけた $17^3$ 個のデータからなるLUTを生成する。

30

## 【0046】

このようにして生成されたLUTは、ディスプレイ11、印刷装置12の全色域に渡って高精度に色の対応を規定しており、また印刷装置12の機種による差に影響を受けない。従って、当該LUTを使用することにより、全色域に渡って高精度に色変換可能であり、また、印刷装置12の総ての機種において本発明によって高精度のLUTを作成することができる。尚、本実施形態においては、印刷装置12が6色プリンタであることにより分版処理を行っていたが、4色プリンタ用の分版処理を行うこともできるし、分版処理を省くこともできる。また、sRGB色空間との対応をすることが必須というわけではなく、スキャナ等の機器固有のRGB色空間と対応づけてもいいし、汎用性を持たせるためLuv色空間とCMY色空間とを対応させたLUTとしてもよい。

40

## 【0047】

本発明にかかる色変換テーブル作成方法は、多くの演算を行いかつ計算の繰り返しを行うことによって第1色空間と第2色空間とを対応づけるものである。従って、コンピュータを使用して当該方法を実現すると好適であり、この場合には当該コンピュータが色変換テーブル作成装置を構成するし、実行されるプログラムが色変換テーブル作成プログラムとなる。図3は色変換テーブル作成装置の構成例を示すブロック図である。同図においてコンピュータ100は汎用的なパーソナルコンピュータ等にて構成することができ、当該コンピュータ100にて実行可能なAPL110が色変換テーブル作成プログラムに該当する。

## 【0048】

50

コンピュータ100はディスプレいやキーボード等のユーザインタフェースを備えるとともに、フレキシブルディスクドライブ(FDD)130やハードディスクドライブ(HDD)120等を備えており、図示しないオペレーティングシステム制御下においてAPL110を実行可能である。APL110は上記図2に示す各部をモジュール化した複数のプログラムにより構成されている。サンプルデータ30は、図示しないフレキシブルディスクを介してFDD130から読み込まれ、変換モジュール33aに供給される。ターゲット座標決定モジュール31aはSRGB色空間における $17^3$ 個の立方格子点を所定の演算式に基づいてLuv座標に変換可能である。

#### 【0049】

変換対象決定モジュール32aは後述の指針に基づいてCMY色空間中で変換対象座標を決定し、変換モジュール33aは当該変換対象座標をLuv座標に変換する。ずれ量算出モジュール34aは上記ターゲット座標決定モジュール31aが決定したターゲット座標と変換モジュール33aが変換したLuv座標とのずれ量を算出し、試行モジュール35aは変換対象の決定とLuv座標への変換およびずれ量の算出を繰り返し、ずれ量が所定のしきい値以下になったときのCMY座標とLuv座標を分版処理モジュール36aに対して出力する。

#### 【0050】

分版処理モジュール36aはCMY座標をCcMmYK座標に変換し、LUT生成モジュール37aは上記ターゲット座標生成モジュールが生成したLuv座標の元座標であるSRGB座標を取得してLUTを生成する。生成したLUTはHDD120に保存される。このLUTは、FDD130や図示しないネットワークを介して他のコンピュータに読み出され、当該他のコンピュータが使用するプリンタドライバに組み込まれて使用される。以上のように、本発明は色変換テーブル作成装置や色変換テーブル作成プログラムとしても機能する。

#### 【0051】

##### (2)サンプルデータの生成：

以下、上記色変換テーブル作成方法の各工程を詳細に説明する。図4は、サンプルデータ30を生成する様子を説明する説明図である。サンプルデータ30は上述のように、印刷装置12にて印刷した色パッチを測色して得られるデータであり、CMY座標とLuv座標とを対応づけるデータである。上記変換部にて高精度にCMY座標からLuv座標への変換を実現するため、色パッチの印刷に当たり所定のデータを使用している。すなわち、上記図1のコンピュータ10はCMYの各色について9等分し、図4に示すようにCMY色空間において各軸に沿って均等間隔で10個の階調値を与えつつそれらの組み合わせにより $10^3$ 色分のカラー画像データに基づいて印刷装置12に色パッチPを印刷させていく。従って、各カラー画像データは図4に示すようにCMY色空間中で立方格子を形成している。

#### 【0052】

一方、測色器20は高精度に色パッチPを測色してLuv座標を得ることができ、測色によって各色パッチのCMY座標とLuv座標とが正確に対応づけられた $10^3$ 個のサンプルデータ30が得られる。ここで、色パッチを示す座標はCMY色空間中では上述のように立方格子であるが、Luv色空間中では図4に示すように歪んだ格子になる。従って、サンプルデータ30を使用して任意の座標をスプライン補間演算するときに、CMY色空間からLuv色空間への変換は正確に実施可能であるが、逆は事実上変換不可能である。

#### 【0053】

すなわち、スプライン補間演算の関数を算出する際にCMYの各軸独立に変化させることができるとする関数を考慮してスプライン補間関数を算出しており、サンプルデータが立方格子の場合は各軸に平行な点の移動は座標の2成分を固定して1成分のみを移動させることと等価であることから、容易かつ正確にスプライン補間関数を算出することができる。しかし、逆の場合にLuvのいずれか一成分のみを変化させたときのCMY成分の変化を知ることが事実上不可能である。従って、図4に示すように、CMY座標に基づいてLuv座

10

20

20

30

40

50

標を算出する関数  $g(C, M, Y)$  は正確に求めることができるが、 $Luv$  座標に基づいて  $CMY$  座標を算出する関数  $f(L, u, v)$  を正確に求めることは事実上不可能である。本発明は、このように  $CMY$  色空間にて容易に立方格子の頂点に該当する色を印刷可能であり、その結果  $CMY$  色空間から  $Luv$  色空間に正確に変換可能となる状況において実施される。

#### 【0054】

##### (3) ターゲット座標の決定：

図5は、ターゲット座標決定部31によってターゲット座標を決定する様子を説明する説明図である。ターゲット座標  $T$  は任意の座標とすることができるものの、本実施形態においては最終的にディスプレイ11と印刷装置12との対応関係を規定した  $LUT$  を生成するため、ディスプレイ11で使用する  $sRGB$  座標に基づいてターゲット座標を生成している。 $sRGB$  色空間を使用するディスプレイ11においては、通常各色それぞれ256階調のデータでカラー画像データが形成されており、各色を独立に変化させることができる。 $LUT$ においてはディスプレイ11の色域内でまんべんなく参照点を有していると好適であることから、図5に示すように  $sRGB$  色空間において均等間隔で17個の階調値を与えつつ  $17^3$  個の格子点を規定する。

10

#### 【0055】

また、 $sRGB$  座標から  $Luv$  座標への変換は公知の演算式にて容易に実行可能であり、上記  $17^3$  個の格子点を演算により  $Luv$  色空間中の座標群  $G_r$  に変換する。この変換によってディスプレイ11の色域全域にまばらに分布した色を  $Luv$  色空間中で考えることができる。さらに、 $LUT$ においては上記ディスプレイ11の色域全域について参照点を有することの他、印刷装置12の色域も考慮した参照点とするのが好適である。すなわち、ディスプレイ11の色域は一般的に印刷装置12の色域と異なっており、ディスプレイ11の色域内であっても印刷装置12の色域外であればその色は印刷装置12にて出力不可能である。

20

#### 【0056】

そこで、両者の整合を取るために印刷装置12の色域外の色を印刷装置12の色域内にマッピングする。さらに、肌色やグレーなど経験上人間の目に好ましく映るように補正を行う。この結果得られた  $Luv$  色空間中の  $17^3$  個の座標  $L'uv'$  をターゲット座標  $T$  とする。この結果、ターゲット座標  $T$  は、ディスプレイ11にて出力可能な色を網羅するとともに、印刷装置12にて出力可能な色域内の色となっており、さらに、人間の目に好ましい発色をするように補正された座標となり、このターゲット座標  $T$  に対する  $CMY$  座標の対応関係を正確に求めることによって、正確に色変換可能であるとともに印刷装置12の色域等を考慮した  $LUT$  を作成することが可能になる。

30

#### 【0057】

##### (4) 試行工程：

図6は、試行部35によって  $CMY$  座標の色を  $Luv$  座標の色と同色とみなされる程度にまで収束させる様子を説明する説明図である。同図においては  $Luv$  色空間と  $CMY$  色空間とを並べて示しており、 $CMY$  色空間中では変換対象座標として初期座標  $t_0$  と次なる試行での座標  $t_1$  を示し、 $Luv$  色空間中ではターゲット座標  $T$  の一つと初期座標  $t_0$  が変換された座標  $t'_0$  を示している。変換対象決定部32は、任意のターゲット座標  $T$  に対する最初の試行工程においては、共通の座標  $t_0$  ( $C_0, M_0, Y_0$ ) を初期座標として決定する。ここで、 $C_0 = M_0 = Y_0 =$  であり、初期座標の色としては所定の無彩色を選定するようになっている。すなわち、色成分  $C_0$  と  $M_0$  と  $Y_0$  とが総て等しいデータでの印刷色は印刷装置12の機種依存性があるものの、略無彩色である。

40

#### 【0058】

図7は  $Luv$  色空間を模式的に示す図であり、無彩色は  $Luv$  色空間にて  $L$  軸上の色である。従って、上記初期座標  $t_0$  ( $C_0, M_0, Y_0$ ) を変換した座標  $t'_0$  は  $L$  軸近辺に位置する。 $Luv$  色空間は、同図に示すように  $L$  軸に対して略対称の形状を有しているので、 $L$  軸上の色は  $Luv$  色空間の端に位置する座標から見て極端に遠い座標にならず、座

50

標  $t'$  は  $L\ u\ v$  色空間中にまばらに広がるターゲット座標  $T$  の総てについて共通の初期座標として好適な座標である。総てのターゲット座標  $T$  に対して共通の初期座標  $t_0$  を使用すると、個々のターゲット座標  $T$  の位置を考慮して CMY 色空間内で初期座標を変更する必要がなく、容易に試行を開始することができる。むろん、総てのターゲット座標  $T$  について初期座標  $t_0$  で試行を開始して色が収束するとは限らず、試行工程でずれ量がスムーズに小さくならないとき、すなわち所定回数の試行でずれ量がしきい値以下にならないときには、後述のようにして初期座標を変更して試行を再開する。

## 【0059】

変換対称決定部 32 が変換対称座標を決定すると、変換部 33 は上記サンプルデータ 30 に基づいて算出したスプライン補間関数  $g(C, M, Y)$  にて以下の式(1)に従って変換対称座標を  $L\ u\ v$  座標に変換する。

## 【数1】

$$\begin{bmatrix} L \\ u \\ v \end{bmatrix} = g \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} \cdots (1)$$

尚、初期座標  $t_0 (C_0, M_0, Y_0)$  は  $L\ u\ v$  座標  $t'_0 (L_0, u_0, v_0)$  に変換される。以下、初期座標についての変換すなわち一回目の試行について説明するが、2回目以降においても同様の式に基づいて試行することができる。

## 【0060】

上記変換部 33 が、初期座標  $t_0$  を  $L\ u\ v$  座標  $t'_0$  に変換すると、ずれ量算出部 34 は所定のターゲット座標  $T$  とこの  $L\ u\ v$  座標  $t'_0$  とずれ量  $E$  すなわち色差を以下の式(2)に従って算出する。

## 【数2】

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta u^2 + \Delta v^2} \cdots (2)$$

$$\Delta L = L_t - L_0$$

$$\Delta u = u_t - u_0$$

$$\Delta v = v_t - v_0$$

## 【0061】

本発明においては、このずれ量  $E$  が所定の微小しきい値 より小さいときに変換対称座標とターゲット座標  $T$  とを同色とみなしており、試行部 35 は複数回の試行によって変換対称座標の色をターゲット座標  $T$  の色に近づけていく。試行過程の初期においては通常ターゲット座標  $T$  の色と変換された  $L\ u\ v$  座標  $t'_0$  の色とのずれ量が大きいので、次なる試行において初期座標  $t_0$  をターゲット座標  $T$  に近づけるようにして変換対称座標を決定する。このとき、いわゆるガウス・ニュートン法に基づいて、以下の式によって変換対称座標を移動させている。

## 【0062】

まず、以下の式(3)において、上記式(2)における各成分  $L, u, v$  の偏微分を求める。この式(3)によって算出される  $dM$  は上記ずれ量  $E$  を小さくする方向への微小変化を示している。

## 【数3】

$$dM = \begin{bmatrix} dL \\ du \\ dv \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \Delta E}{\partial \Delta L} \\ \frac{\partial \Delta E}{\partial \Delta u} \\ \frac{\partial \Delta E}{\partial \Delta v} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta L}{\Delta E} \\ \frac{\Delta u}{\Delta E} \\ \frac{\Delta v}{\Delta E} \end{bmatrix} \cdots \quad (3)$$

10

## 【0063】

一方、任意のCMY座標の各成分をそれぞれ微小変化させたときのLuv色空間上での変化はヤコビ行列Jにて以下の式(4)のようにして与えられる。

## 【数4】

$$\begin{bmatrix} dL \\ du \\ dv \end{bmatrix} = J \begin{bmatrix} dC \\ dM \\ dY \end{bmatrix} \cdots \quad (4)$$

20

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial L}{\partial C} & \frac{\partial L}{\partial M} & \frac{\partial L}{\partial Y} \\ \frac{\partial u}{\partial C} & \frac{\partial u}{\partial M} & \frac{\partial u}{\partial Y} \\ \frac{\partial v}{\partial C} & \frac{\partial v}{\partial M} & \frac{\partial v}{\partial Y} \end{bmatrix}$$

30

ここで、ヤコビ行列Jの各行列成分はLuv成分のそれをCMY成分のそれぞれにて偏微分したものであり、上記スプライン補間関数g(C, M, Y)にてLuv座標とCMY座標との関係を規定する際に、CMYの各軸独立に変化させることができる関数を考慮してスプライン補間関数を算出していることから容易に求めることができる。

## 【0064】

さらに、任意のLuv座標の各成分をそれぞれ微小変化させたときのCMY色空間上での変化はヤコビ行列Jの逆行列Aを用いて以下の式(5)のようにして与えられる。

## 【数5】

$$\begin{bmatrix} dC \\ dM \\ dY \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} dL \\ du \\ dv \end{bmatrix} \cdots \quad (5)$$

40

## 【0065】

この式(5)の右辺はCMY空間上での変化を示すことから、次なる試行での座標t<sub>1</sub>(C<sub>1</sub>, M<sub>1</sub>, Y<sub>1</sub>)と初期座標t<sub>0</sub>(C<sub>0</sub>, M<sub>0</sub>, Y<sub>0</sub>)の各成分毎の差を上記CMY空間上の変化と等しいとすれば、式(6)が導かれる。

## 【数6】

50

$$\begin{bmatrix} dC \\ dM \\ dY \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 - C_0 \\ M_1 - M_0 \\ Y_1 - Y_0 \end{bmatrix} \dots \dots (6)$$

## 【0066】

この式(6)の右辺に上記式(5)を代入し、さらに上記式(3)を代入して移項すると以下の式(7)が導かれる。

## 【数7】

10

$$\begin{bmatrix} C_1 \\ M_1 \\ Y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_0 \\ M_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} + A \cdot dM \dots \dots (7)$$

ここで、右辺の第1項目は、上記初期座標  $t_0$  の各成分であり、右辺第2項目の逆行列  $A$  は、スプライン補間関数に基づいて上記ヤコビ行列  $J$  が算出可能であることから当該逆行列も算出可能であり、右辺第2項目の  $dM$  は上記ずれ量  $E$  と  $L u v$  各成分の差(式(3))から算出可能である。従って、初期座標  $t_0$  とスプライン補間関数とターゲット座標  $T$  との情報のみを利用して式(7)から次なる試行での座標  $t_1$  ( $C_1, M_1, Y_1$ ) を算出することができる。

20

## 【0067】

試行部35は、上記変換対称決定部32に当該座標  $t_1$  を決定させ、変換部33にてこの座標  $t_1$  を変換させるとともにずれ量算出部34にてずれ量を算出する工程を繰り返す。従って、CMY座標  $t_0, t_1$  は試行を繰り返す度にターゲット座標  $T$  に近づいていく。試行部35では、この試行過程にてずれ量が所定のしきい値より小さくなったときには、そのときのCMY座標とターゲット座標  $T$  とを同色とみなし、両者を対応づけて色変換テーブルデータの一つとする。

30

## 【0068】

試行部35の試行によって  $17^3$  個の色変換テーブルデータが生成されると、この色変換テーブルデータから最終的なLUTを生成するための処理を行う。すなわち、分版処理部36が試行部35によって生成された色変換テーブルデータのそれぞれについてCMY座標をCcMmYK座標に変換し、LUT生成部37が試行部35によって生成された色変換テーブルデータのそれぞれについてLuv座標をsRGB座標に変換する。この結果、sRGB座標とCcMmYK座標とを  $17^3$  個の参照点にて対応づけたLUTが生成される。

## 【0069】

(5) 初期座標の変更：

40

本発明において、所定回数の試行でずれ量がしきい値以下にならないときには、初期座標を変更して再試行している。上述のように、初期座標はLuv空間にてL軸近辺の色とするのが好適であることから、変更後の初期座標もL軸近辺の色とするようにしてある。すなわち、図7において共通の初期座標  $t_0$  のLuv色空間中の対応座標  $t'_0$  でずれ量がスムーズに小さくなかったときには、CMY色空間において全色成分が「0」である座標を初期座標とする。この初期座標でもずれ量がスムーズに小さくならないときには、全色成分を同じ量だけインクリメントしてさらに初期座標を変更する。

## 【0070】

図7にはこの初期座標変更の様子が示されており、CMY色空間において全色成分が「0」である座標に対応する座標は  $t'_{0,1}$  であるし、さらなる初期座標の変更によってL軸

50

に沿って逐次  $t'_{02}$ 、 $t'_{03}$  と変更されていく、このように初期座標を変更していくと上記試行過程においていずれかの初期座標でずれ量がスムーズに小さくなり、最終的にはターゲット座標  $T$  の色と同色と見なすことが可能な CMY 座標を決定することができる。むろん、上記 CMY 色空間において全色成分が等しい座標が厳密に無彩色なるか否かは定かではないが、本発明においては試行過程にてターゲット座標  $T$  に近づくように座標を移動させるため、初期座標の対応座標が厳密に L 軸上に存在する必要は全くない。

#### 【0071】

##### (6) LUT 作成作業：

以下、上記各工程を一連の作業として実施して LUT を生成する作業をフローチャートに沿って説明する。図 8 は、LUT 作成作業の全体を示すゼネラルフローである。同図において、ステップ S100 では上記コンピュータ 10 にて図 4 の右側に示すように、CMY 色空間で各軸に沿って等間隔に離れた  $10^3$  個の格子点からなる立方格子を規定する。ステップ S110 ではコンピュータ 10 を介して印刷装置 12 を制御し、当該格子点の各色成分をカラー画像データとする色パッチを印刷させる。そして、ステップ S120 では上記測色器 20 を使用して印刷された色パッチ P を測色し、 $10^3$  個のサンプルデータを生成する。

10

#### 【0072】

ステップ S130 では、ターゲット座標  $T$  を生成するため、図 5 に示すようにディスプレイ 11 で使用する RGB 色空間で各軸に沿って等間隔に離れた  $17^3$  個の格子点からなる立方格子を規定する。ステップ S140 では、公知の演算式に基づいて上記各立方格子点を  $LuV$  座標に変換する。さらに、ステップ S150 において当該変換後の  $LuV$  座標を印刷装置 12 の色域内にマッピングし、ステップ S160 において肌色やグレー等で好みの発色となるように補正を行う。この補正後の  $LuV$  座標がターゲット座標  $T$  である。

20

#### 【0073】

ステップ S200 においては、上記  $10^3$  個のサンプルデータと  $17^3$  個のターゲット座標  $T$  とを利用して試行を行い、所定のターゲット座標  $T$  の色と同色とみなすことができる CMY 座標を算出し、図示しないバッファに出力する。ステップ S300 では当該ステップ S200 の試行処理にて  $17^3$  個のターゲット座標  $T$  に対する CMY 座標を決定したか否かを判別し、全ターゲット座標  $T$  に対して CMY 座標を決定するまでステップ S200 以降の処理を繰り返す。ステップ S300 にて全ターゲット座標  $T$  に対する処理が終了したと判別されたときには、ステップ S310 にて分版処理を行い、ステップ S320 にて RGB 座標と CcMmYK 座標とを対応づけた最終的な LUT を生成する。

30

#### 【0074】

図 9、図 10 は、上記ステップ S200 の試行処理を示すフローチャートである。図においてステップ S202 では、CMY 色空間中の初期座標の全色成分を  $t_i$  として任意のターゲット座標  $T$  に対して共通の初期座標を与える。ステップ S205 では、上記式(1)に示すスプライン補間演算により CMY 座標  $t_i$  を  $LuV$  座標  $t'_{i1}$  に変換する。ここで、 $i$  は正の整数であり初期座標については「0」であるとともに、1 試行過程について「1」ずつインクリメントされる。ステップ S210 では、変換された  $LuV$  座標  $t'_{i1}$  とターゲット座標  $T$  とのずれ量  $E$  を上記式(2)に基づいて計算する。

40

#### 【0075】

さらに、ステップ S215 においては、スプライン補間関数に基づいて上記式(5)に示す逆行列  $A$  を計算し、ステップ S210 にて算出したずれ量  $E$  と上記ステップ S205 にて算出した変換後の座標の各成分を使用して上記式(3)に示す変化量  $dM$  を算出する。ステップ S220 ではこの算出結果を使用して式(7)に基づいて次なる座標  $t_{i+1}$  を算出する。本発明においては、予め所定の試行回数  $N$  が与えられており、ステップ S205 ~ S220 の処理を繰り返すたびにカウンタ  $n$  をインクリメントするようになっている。

#### 【0076】

50

ステップ S 225 では、このカウンタ  $n$  が試行回数  $N$  より小さいか否かを判定しており、カウンタ  $n$  が試行回数  $N$  より小さいと判別されたときにはステップ S 230 にて上記ずれ量  $E$  が所定のしきい値 より小さいか否かを判別する。ステップ S 230 にてずれ量  $E$  が所定のしきい値 より小さいと判別されないときには、上記ステップ S 205 以降の処理を繰り返す。ステップ S 230 にてずれ量  $E$  が所定のしきい値 より小さいと判別されたときには、ステップ S 240 にてこの時点の CMY 座標  $t_i$  とターゲット座標  $T$  を対応づけてバッファに出力する。

#### 【0077】

上記ステップ S 225 にてカウンタ  $n$  が試行回数  $N$  より小さいと判別されないときにはステップ S 235 にて上記ずれ量  $E$  が所定のしきい値 より小さいか否かを判別する。同 10 ステップ S 235 にて上記ずれ量  $E$  が所定のしきい値 より小さいと判別されたときには上記ステップ S 240 を実行する。ずれ量  $E$  が所定のしきい値 より小さいと判別されないときには、初期座標  $C = M = Y =$  にて試行を開始して所定回数  $N$  でずれ量がしきい値 より小さくならなかった場合であるから、次に初期座標を変更するため、図 10 に示すステップ S 245 以降を実行する。

#### 【0078】

図 10 に示す処理では、しきい値  $E$  での拘束条件を緩くしている。本発明においてはしきい値  $E$  を非常に厳しい条件としており、図 9 に示すフローチャートにおいてこのしきい値 20 以下の色差となる CMY 座標を決定できなかった場合、初期座標を変更して試行を繰り返してもずれ量  $E$  が再びしきい値  $E$  以下にならない場合もありえる。そこで、非常に多 数回の試行を防止するため、しきい値  $E$  での判別より少し条件を緩め、かつ、精度上問題 20 とならないようなずれ量  $E$  となるように、 $L u v$  の各成分毎のずれ量をしきい値  $E$  にて判別している。ここで、 $L > E$  であるが、 $L$  は高精度の LUT を生成するために充分な値 20 となっている。もちろん、ここでしきい値  $E$  による判別を行わず、しきい値  $E$  による判別を続行することも可能である。

#### 【0079】

このため、ステップ S 245 では、ターゲット座標  $T$  の色成分と変換後の  $L u v$  座標  $t_i$  の色成分とを使用して  $L u v$  座標での各成分毎のずれ量  $L, u, v$  を算出する。ステップ S 250 では、これらの各成分の総てが より小さいか否かを判別しており、同 30 ステップ S 250 にて各成分の総てが より小さいと判別されたときにはステップ S 260 にて上記図 9 に示す試行工程において最終の CMY 座標をバッファに出力する。すなわち、当該 CMY 座標は各成分のずれ量  $L, u, v$  が総てしきい値  $E$  以下であることから、この CMY 座標の色はターゲット座標  $T$  の色に充分近い色であるとしている。

#### 【0080】

ステップ S 250 にて各成分のいずれか一つでも より大きいと判別されたときには、ステップ S 255 にて初期座標を全色成分が「0」である座標に変更する。ステップ S 265 では、初期座標の全色成分が最大階調値である「255」を超えているか否かを判別している。これは、再試行段階で初期座標を変更したときに初期座標が最大階調値を超えないようにするためであり、ここで初期座標の全色成分が最大階調値である「255」を超えていているときには、初期座標を変更してもずれ量がしきい値  $E$  以下に収束しなかった場合 40 であり、この場合は試行過程で  $E$  が最小となったときの CMY 座標をステップ S 290 にてバッファに出力する。尚、本発明においてこの処理を行っているとしても本発明によって実際に生成される LUT においては、後述するように非常にずれ量の小さいデータを形成することができる。

#### 【0081】

ステップ S 265 にて初期座標のいずれかの色成分が「255」を超えていないときには、ステップ S 270 にて上記ステップ S 205 ~ S 220 と同様の処理を行う。すなわち、初期座標を変更した状態で上述の試行を行う。この試行の後、ステップ S 275 では上記と同様にカウンタ  $n$  が試行回数  $N$  より小さいか否かを判別し、カウンタ  $n$  が試行回数  $N$  より小さいと判別されたときにはステップ S 282 にて上記ずれ量  $E$  が所定のしきい値 50

より小さいか否かを判別する。ステップS282にてずれ量 E が所定のしきい値 より小さいと判別されないときには、上記ステップS270にてステップS205～S220と同様の処理を実行する。ステップS282にてずれ量 E が所定のしきい値 より小さいと判別されたときには、ステップS286にてこの時点のCMY座標  $t_i$  とターゲット座標 T とを対応づけてバッファに出力する。

#### 【0082】

上記ステップS275にてカウンタ n が試行回数 N より小さいと判別されないときにはステップS280にてずれ量 L, u, v を算出し、これらの各成分の総てが より小さいか否かを判別する。同ステップS280にて各成分の総てが より小さいと判別されたときにはステップS286にて試行工程の最終段階でのCMY座標をバッファに出力する。ステップS280にて各成分のいずれかが一つでも より大きいと判別されたときには、ステップS284にて初期座標 CMY の全成分に一定値  $\alpha$  を加えて上記ステップS265以降の処理を繰り返す。このように、初期座標を変更するに当たりしきい値  $\alpha$  による判別より緩い条件であるしきい値  $\alpha$  による判別を行うことによって、必要以上に精度を落とすことなく、より確実にCMY座標とターゲット座標 T とを対応づけることができる。

10

#### 【0083】

図11は、作成されたLUTに規定された所定のCMY座標を使用して印刷装置12にて色パッチを印刷し当該色パッチを測色して得られたLuv座標と、LUTにおいて上記CMY座標に対応づけられたLuv座標との色差をプロットした図である。同図において縦軸は積算値であり、横軸は色差範囲である。例えば、横軸「0」については色差が「0～0.5」の範囲にあるものの積算値を示しており、横軸「0.5」については色差が「0.5～1」の範囲にあるものの積算値を示している。尚同図は17<sup>3</sup>個の参照点のうち約1400点について積算したものであり、比較のため上記従来例に示す体積補間演算にて作成したLUTについて同条件で積算したものを左側に並べて示している。同図に示すように、色差範囲が「0～2.5」という非常に小さな値となっているものは、体積補間によるものと比較して本発明の方が圧倒的に多く、色差範囲「2.5以上」という大きな値となっているものは本発明の方が圧倒的に少ない。従って、色差の平均値および分散は体積補間によるものと比較して本発明の方が小さくなり、このことからも本発明によれば全色域に渡って高精度の変換が可能であることが分かる。

20

#### 【0084】

(7) 作成された色変換テーブルデータに基づく色変換処理：

以上のようにして作成されたLUTは、汎用的なコンピュータにて汎用的に行われている印刷処理にて使用される。図12は、印刷時に当該LUTを使用するコンピュータ構成例を示すブロック図である。コンピュータ110は汎用的なパーソナルコンピュータであり、プリンタドライバ(PRTDRV)210と入力機器ドライバ(DRV)220とディスプレイドライバ(DRV)230とがOS200に組み込まれている。ディスプレイDRV230はディスプレイ180における画像データ等の表示を制御するドライバであり、入力機器DRV220はシリアル通信用I/O190aを介して入力される上記キーボード310やマウス320からのコード信号を受信して所定の入力操作を受け付けるドライバである。

30

#### 【0085】

APL250は、カラー画像のレタッチ等を実行可能なアプリケーションプログラムであり、利用者は当該APL250の実行下において上記操作用入力機器を操作して当該カラー画像を印刷装置400にて印刷させることができる。このようなカラー画像の印刷時に本発明によって作成されたLUTが参照される。APL250にて作成されるカラー画像のカラー画像データ150aはRGBの各色成分を階調表現したドットマトリクス状のデータであり、sRGB規格に準拠したデータであるとともに、HDD150に保存される。

40

#### 【0086】

50

上記 P R T D R V 2 1 0 は印刷を実行するために、画像データ取得モジュール 2 1 0 a と色変換モジュール 2 1 0 b とハーフトーン処理モジュール 2 1 0 c と印刷データ生成モジュール 2 1 0 d とを備えている。また、本発明によって作成された L U T 1 5 0 b は H D D 1 5 0 に保存されている。A P L 2 5 0 実行時に利用者が印刷実行指示を行うと、印刷にかかる画像データ 1 5 0 a が画像データ取得モジュール 2 1 0 a に取得され、画像データ取得モジュール 2 1 0 a は上記色変換モジュール 2 1 0 b を起動する。色変換モジュール 2 1 0 b は、s R G B 階調値を C c M m Y K 階調値に変換するモジュールであり、上記 17<sup>3</sup> 個の参照点から 64<sup>3</sup> 個の参照点を生成するとともに、これらの参照点を使用して任意の s R G B ドットデータを体積補間によって C c M m Y K ドットデータに変換する。

## 【0087】

色変換モジュール 2 1 0 b が色変換を行って C c M m Y K の階調データを生成すると、当該 C c M m Y K の階調データは上記ハーフトーン処理モジュール 2 1 0 c に受け渡される。ハーフトーン処理モジュール 2 1 0 c は、各ドットの C c M m Y K 階調値を変換してインク滴の記録密度で表現するためのハーフトーン処理を行うモジュールであり、変換後の記録密度でインクを付着させるためのヘッド駆動データを生成する。印刷データ生成モジュール 2 1 0 d はかかるヘッド駆動データを受け取って、印刷装置 4 0 0 で使用される順番に並べ替えるラスタライズを行う。このラスタライズの後、画像の解像度などの所定の情報を付加して印刷データを生成し、パラレル通信用 I / O 1 9 0 b を介して印刷装置 4 0 0 に出力する。印刷装置 4 0 0 においては当該印刷データに基づいて上記ディスプレイ 1 8 0 に表示された画像を印刷する。

## 【0088】

この印刷処理において、色変換は本発明によって作成された L U T を参照して行われるので、ディスプレイ 1 8 0 および印刷装置 4 0 0 の色域全域に渡って高精度に色変換を行うことが可能であり、トーンジャンプの無い高画質の印刷を実施することができる。尚、以上の説明は P R T D R V 2 1 0 による非常に汎用的な印刷処理である。従って、本発明にかかる色変換テーブル作成方法にて L U T を作成すれば、従来の印刷処理にて使用されていた L U T を本発明による L U T に置き換えるだけで多くの印刷装置にてハードウェア構成を全く変えることなく、非常に高画質の印刷を実行可能にすることができる。

## 【0089】

(8) 他の実施形態：

以上説明した実施形態においては、試行工程にて試行回数 N で所望のずれ量以下にするために、しきい値 としきい値 とを使用していたが、ずれ量をスムーズに小さくするためにはこのようなしきい値の変更以外にも種々の構成を採用可能である。すなわち、上記試行工程ではスプライン補間関数にて C M Y 座標を L u v 座標に変換していたが、多次のスプライン曲線はその曲線がうねるようになることから、このうねりに起因してずれ量がスムーズに小さくならないことがある。

## 【0090】

このような場合には C M Y 座標から L u v 座標への変換手法を単純な手法に変更すればずれ量がスムーズに小さくなることが多い。例えば、スプライン補間関数ではなく、体積補間や三角錐補間を採用することが可能である。変換手法を変更した場合であっても、ずれ量がある程度小さくなつてからスプライン補間関数を使用して変換を行えば、高精度に C M Y 座標と L u v 座標とを対応づけることができる。変換手法を変更するタイミングとしても種々のタイミングを採用可能である。例えば、通常はスプライン補間によって変換を行いつつも所定の試行回数でずれ量がしきい値以下にならないときに変換手法を変更するよう構成しても良いし、試行工程の初期には上記体積補間や三角錐補間を行うこととし、ある程度ずれ量が小さくなつてからスプライン補間を行つようにもしても良い。

## 【0091】

以上説明したように、本発明においては第 2 色空間から第 1 色空間へ高精度に変換可能な状況において、第 1 色空間内にターゲット座標を決定し第 2 色空間内に任意の座標を決定する。そして、第 2 色空間内の座標を第 1 色空間内の座標へ変換するとともにそのずれ量

10

20

30

40

50

を算出し、当該ずれ量が所定のしきい値以下になるように第2色空間内の座標を移動させる試行を繰り返す。従って、高精度の変換のみを使用して第1色空間と第2色空間との対応関係を規定することができる。このようにして規定された対応関係に基づいて色変換を行うと、表色空間の全域で高精度の色変換を可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】色変換テーブル作成方法の工程を概略的に説明する説明図である。

【図2】色変換テーブル作成方法の各工程の関係を示すブロック図である。

【図3】色変換テーブル作成装置の構成例を示すブロック図である。

【図4】サンプルデータを生成する様子を説明する説明図である。

【図5】ターゲット座標を決定する様子を説明する説明図である。

【図6】CMY座標の色をLuV座標の色に収束させる様子を説明する説明図である。

【図7】LuV色空間を模式的に示す図である。

【図8】LUT作成作業の全体を示すゼネラルフローである。

【図9】試行処理を示すフローチャートである。

【図10】試行処理を示すフローチャートである。

【図11】色差を各範囲毎に積算した積算値を示すグラフである。

【図12】LUTを使用するコンピュータ構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

10 ... コンピュータ

11 ... ディスプレイ

12 ... 印刷装置

20 ... 測色器

30 ... サンプルデータ

31 ... ターゲット座標決定部

32 ... 変換対象座標決定部

33 ... 変換部

34 ... ずれ量算出部

35 ... 試行部

36 ... 分版処理部

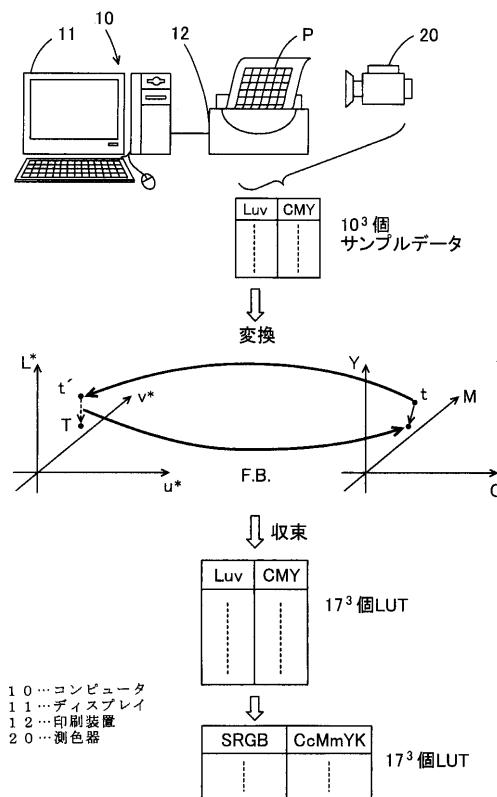
37 ... LUT生成部

10

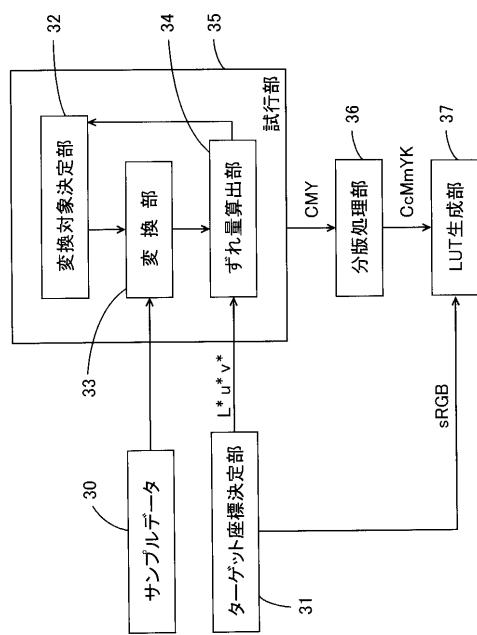
20

30

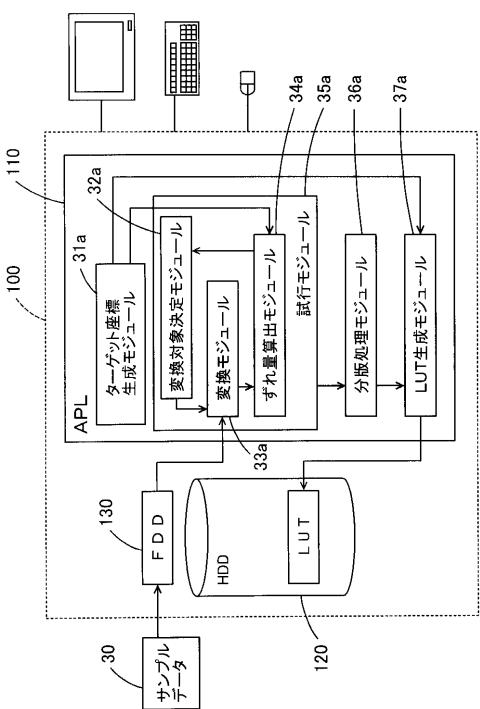
【図1】



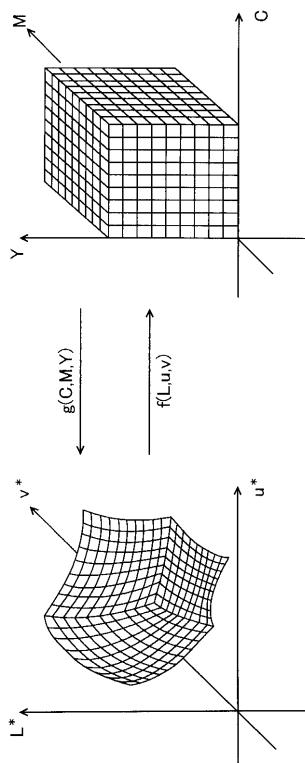
【図2】



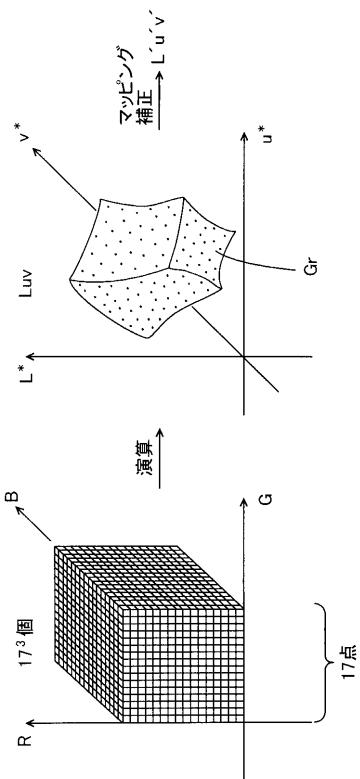
【図3】



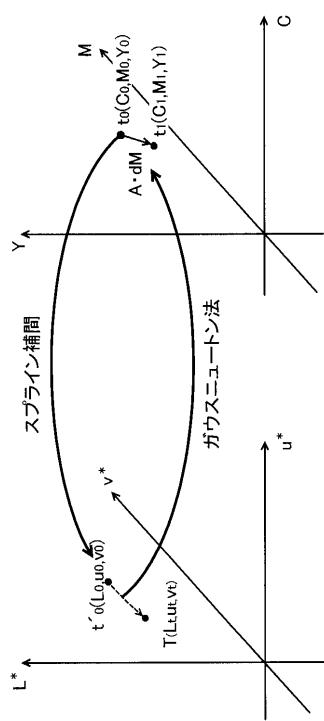
【図4】



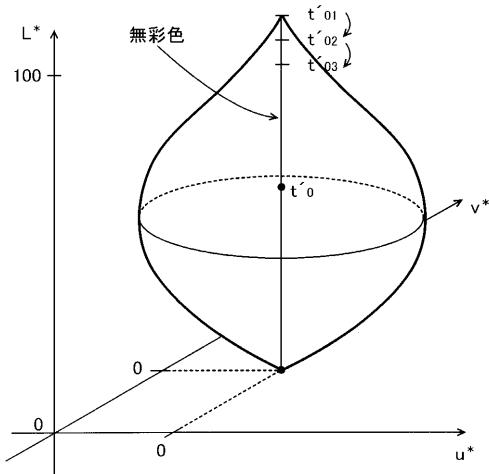
【図5】



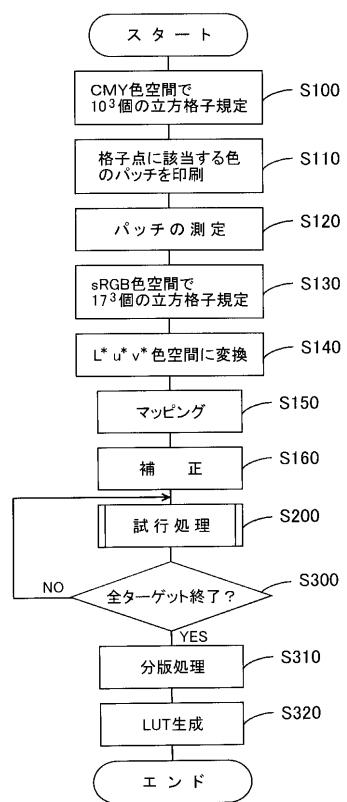
【図6】



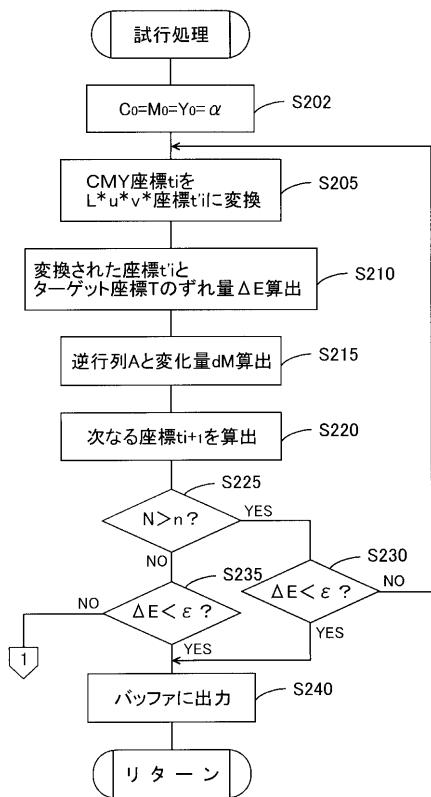
【図7】



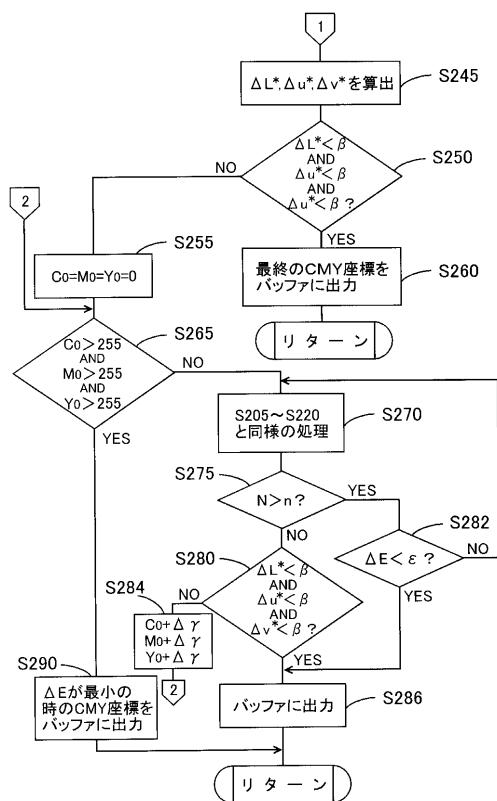
【図8】



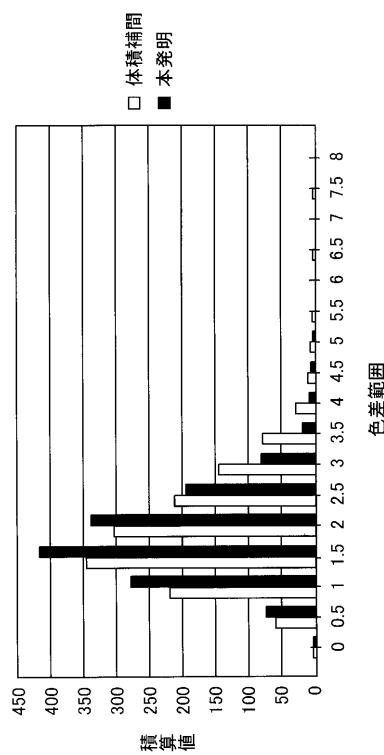
【図9】



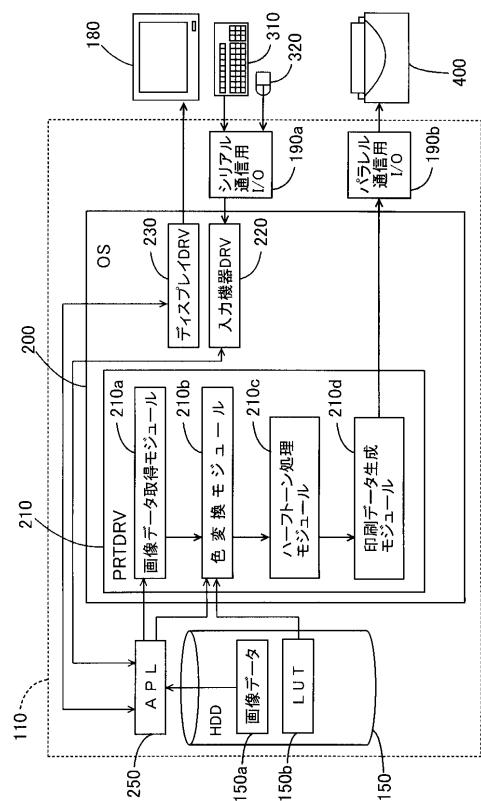
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup> , DB名)

H04N 1/60  
H04N 1/46  
G06T 1/00 510