

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4067609号
(P4067609)

(45) 発行日 平成20年3月26日(2008.3.26)

(24) 登録日 平成20年1月18日(2008.1.18)

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

請求項の数 7 (全 72 頁)

(21) 出願番号	特願平9-262564	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成9年9月26日(1997.9.26)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開平11-103397	(74) 代理人	100074099 弁理士 大菅 義之
(43) 公開日	平成11年4月13日(1999.4.13)	(74) 代理人	100067987 弁理士 久木元 彰
審査請求日	平成12年9月21日(2000.9.21)	(72) 発明者	清水 雅芳 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
審判番号	不服2004-11062(P2004-11062/J1)	(72) 発明者	鈴木 祥治 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
審判請求日	平成16年5月27日(2004.5.27)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】色信号選択装置、色信号補間装置、色信号生成装置、包囲点選択方法及び色変換テーブルの作成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の色空間に属する色信号の第2の色空間への変換結果を、予め与えられた第1の色空間に不規則に分布する色信号群に対する第2の色空間の色信号の予め与えられた対応関係を基準に、補間演算によって生成する色信号補間装置であって、

第1の色空間に属する第1の色信号を入力する色信号入力手段と、

前記第1の色信号を包囲する第1の色空間の色信号である第2の色信号群を、前記予め与えられた色信号群から選択する色信号選択手段と、

前記第2の色信号群の第2の色空間での対応信号である第3の色信号群を、前記予め与えられた対応関係に沿って定める対応関係獲得手段と、

前記第2の色信号群に対して適用する重み係数を複数種設定する重み係数設定手段と、

前記複数種の重み係数に基づいて、前記第2の色信号群で包囲される範囲内に複数の補間点を生成する補間点生成手段と、

前記重み係数設定手段により設定された複数種の重み係数の中から、前記第2の色信号群に包囲される第1の色信号に最も近い補間点を生成する重み係数を選択する重み係数選択手段と、

前記重み係数選択手段により選択された重み係数を前記第3の色信号群に適用することにより、前記第1の色信号の前記第2の色空間への変換結果を算出する補間演算手段とを備え、

前記色信号選択手段は、前記第1の色信号を分割の境界として分割された第1の色空間

の複数の領域において、不規則に分布する色信号群から色信号を選択することによって第2の色信号群を選択することを特徴とする色信号補間装置。

【請求項2】

前記重み係数設定手段は、所定の間隔で立方体を分割した時の体積を前記重み係数として設定することを特徴とする請求項1に記載の色信号補間装置。

【請求項3】

前記重み係数設定手段は、前記第2の色信号の間の距離または前記第3の色信号の間の距離に基づいて、前記立方体を分割する時の間隔を変更することを特徴とする請求項2に記載の色信号補間装置。

【請求項4】

前記重み係数選択手段は、複数の第1の色信号が同一の第2の色信号で包囲される場合、前記第1の色信号についての各重み係数を一括して選択することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の色信号補間装置。

【請求項5】

前記第1の色空間は機器に依存する機器依存色空間であり、前記第2の色空間は機器に依存しない独立色空間であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の色信号補間装置。

【請求項6】

前記第2の色信号の分布は不規則であり、前記第4の色信号の分布は規則的であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の色信号補間装置。

【請求項7】

前記第1の色空間は、C M Y空間またはC M Y K空間またはR G B空間であり、前記第2の色空間は、 $L^* a^* b^*$ 空間またはX Y Z空間であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の色信号補間装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、色信号選択装置、色信号生成装置、色信号補間装置、包囲点選択方法及び色変換テーブルの作成方法に関し、特に、空間上に不規則に分布する点の中から、入力された点を包囲する点を選択する場合に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、プリンタやファクシミリなどにおいてフルカラー化が急速に進展してきており、カラー画像を異なるデバイス間で共有しようという要求が発生している。ところが、カラー画像を異なるデバイス間で共有しようとする場合、デバイスが異なると色再現性も異なることから、送信側で得られる画像の色と受信側で得られる画像の色とが異なるという問題が発生する。

【0003】

例えば、プリンタやスキャナなどでは、それぞれC M Y信号やR G B信号などのデバイスに送る色信号の形式で色が扱われる。すなわち、出力される色信号の最小値が0、出力される色信号の最大値が255であるプリンタでは、各C M Y信号の値が0～255の範囲の組み合わせにより全ての出力色が表現される。この場合、同一の値のC M Y信号が入力されても、プリンタの機種によって印刷される色は異なることから、C M Y信号による色の表現方法は、デバイスに依存する色の表し方とすることができる。

【0004】

そのため、従来では、デバイスに依存する表現形式で表されている色信号を、デバイスに依存しない中間的な表現形式で表すことにより、異なるデバイス間での色再現性を一致させることが行われている。

【0005】

例えば、デバイスに依存しない絶対的な色を表す色の表現方式として、 $L^* a^* b^*$ 信号

10

20

30

40

50

やXYZ信号などによる色の表し方がある。これらの形式で表される色は一義的に定義されているので、異なるデバイスの色空間の間で色変換を行う場合の中間的な色の表現方式として用いることができる。

【0006】

具体的には、スキャナから入力したRGB信号で表現された画像を、 $L^* a^* b^*$ 信号で表現された画像に変換し、さらに、この $L^* a^* b^*$ 信号をCMY信号に変換してから、プリンタに出力するようにする。このため、これらの色信号の表現形式の変換が正確に行われれば、デバイス間で色を一致させることができる。

【0007】

色信号の表現形式を変換するためには、各形式で表現されている色信号の値を他の形式の色信号の値に変換する必要がある。色信号の値を変換する方法としては、それぞれの色空間での色の対応関係を示した色変換テーブルを用いる方法がある。色変換テーブルを用いた色信号の変換方法において、色変換テーブルに登録されている色信号を他の形式の色信号に変換する時は、色変換テーブルに登録されている対応関係を用いて変換する。色変換テーブルに登録されていない色信号を他の形式の色信号に変換する時は、色変換テーブルに登録されている色信号の中から、変換対象となる色信号の近傍の色信号を選択する。そして、これらの選択された色信号を用いて補間することにより、変換対象となる色信号の変換を行う。

10

【0008】

ここで、色変換テーブルには、規則テーブルと不規則テーブルの2つの種類がある。規則テーブルでは、変換対象となる色信号が色空間上で規則的に分布し、不規則テーブルでは、変換対象となる色信号が色空間上で不規則に分布している。

20

【0009】

規則テーブルを用いて色変換を行う場合には、色変換テーブルに登録されていない色信号が変換対象として入力されても、色変換テーブルに登録されている色信号の中から、変換対象となる色信号を包囲する色信号を容易に選択することができる。

【0010】

また、これらの選択された色信号は色空間上の格子点に分布していることから、四面体補間、三角柱補間、または立方体補間などにより、変換対象となる色信号の変換を比較的容易に行うことが可能である。

30

【0011】

一方、不規則テーブルを用いて色変換を行う場合には、色変換テーブルに登録されていない色信号が変換対象として入力された時に、色変換テーブルに登録されている色信号の中から、変換対象となる色信号の近傍の色信号を選択しても、変換対象となる色信号が、選択された色信号で包囲されているとは限らない。このため、変換対象となる色信号の近傍の色信号を用いて補間を行った場合でも、補間の精度が十分でないことがある。

【0012】

色変換で補間演算を行うための色を選択する方法と、色変換テーブルの構成を変換して色変換を実行する際に利用しやすいテーブルに変換を行う方法としては、例えば、特開平7-95431号公報に記載されたものがある。

40

【0013】

ここでは、色空間で格子点に分布しないデータを用いることにより、補間を行う方法について示されている。つまり、不規則テーブルを用いて色変換を行う際の色の選択方法について述べられている。

【0014】

図37は、この従来の色選択方法を示すフローチャートである。

図37において、まず、補間しようとする点 x に最も近い k 個の点 $x_1 \sim x_k$ を選択する(ステップS181)。

【0015】

次に、補間しようとする点 x が、選択した k 個の点 $x_1 \sim x_k$ に包囲されているどうかを

50

か調べる(ステップS182)。そして、補間しようとする点xが、選択したk個の点 $x_1 \sim x_k$ に包囲されていない場合には(ステップS183)、次に最も近い点を選択し(ステップS184)、補間しようとする点xを包囲する点が見つかるまで、この処理を続ける。そして、補間しようとする点xを包囲する点を選択されると、これらの選択された点を用いることにより、補間を行う(ステップS185)。

【0016】

さらに、特開平7-95431号公報には、凸補間を用いることにより、色信号が格子点に分布しない色変換テーブル(不規則テーブル)を、色信号が格子点に分布する色変換テーブル(規則テーブル)に変換する方法についても言及されている。この方法では、凸補間を用いて規則的な分布の色信号を作成し、この作成した色信号を規則テーブルに登録する。

10

【0017】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、従来の色信号選択方法では、補間しようとする点xが選択したk個の点 $x_1 \sim x_k$ に包囲されていない場合には、データの選択をやり直すため、補間しようとする点xを包囲する点を見つけるために、データの選択を繰り返す必要があった。このため、補間しようとする点xを包囲する点を選択するための処理時間が長くなるという問題があった。

【0018】

また、包囲する色信号の選択の時間がかかり、色変換の処理速度が低下するため、不規則テーブルから規則テーブルへの変換に用いた場合でも、同様に処理速度が低下するという問題があった。

20

【0019】

さらに、不規則テーブルから規則テーブルに登録する色信号を補間演算で生成する場合、不規則テーブルに登録されている色信号で包囲される範囲外については、色信号を生成できないという問題もあった。

【0020】

そこで、本発明の第1の目的は、空間上に不規則に分布する点の中から、入力された点を包囲する点を高速に選択することを可能とすることである。

また、本発明の第2の目的は、不規則テーブルから規則テーブルの色信号を欠落なく生成することを可能とすることである。

30

【0021】**【課題を解決するための手段】**

上述した課題を解決するために、本発明によれば、入力された第1の色信号を基準として、前記第1の色信号が属する色空間を分割する色空間分割手段と、分割された色空間から第2の色信号を選択する色信号選択手段とを備えている。

【0022】

このことにより、色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、第1の色信号を包囲する第2の色信号の選択に失敗することがなくなり、第1の色信号を包囲しない色信号の選択が防止されて、第2の色信号の選択をやり直しをなくすことが可能となることから、第1の色信号を包囲する第2の色信号を高速に選択することが可能となる。

40

【0023】

また、本発明の一態様によれば、第2の色信号が所定の領域に来るように、回転変換を行うようにしている。

このことにより、第1の色信号を包囲する第2の色信号を選択する際に、第2の色信号の個数をできるだけ少なくすることが可能となり、補間演算を簡易に行うことが可能となる。

【0024】

また、本発明の一態様によれば、第1の色信号の各成分の値と第2の色信号の各成分の値

50

との大小関係に基づいて、第2の色信号を選択するようにしている。

このことにより、第1の色信号の各成分の値と第2の色信号の各成分の値とを比較するだけで、第1の色信号を包囲する第2の色信号を確実に選択することが可能となることから、第1の色信号を包囲する第2の色信号を簡単な演算を行うだけで選択することが可能となる。

【0025】

また、本発明の一態様によれば、第2の色信号として、第1の色信号との距離が最も短い色信号を分割された色空間から選択するようにしている。

このことにより、第1の色信号から離れた点の色信号が補間演算に用いられることを防止でき、第2の色信号を用いた第1の色信号の補間演算を高精度に行うことが可能となる。

10

【0026】

また、本発明の一態様によれば、第2の色信号として、第1の色信号との距離が所定の値以上の最も短い色信号を分割された色空間から選択するようにしている

このことにより、限定された狭い範囲内の色信号だけが選択されたために、補間演算により生成可能な色信号の範囲に片寄りが発生することを防止することが可能となり、色空間上の色再現範囲内において生成可能な色信号の欠落をなくすことが可能となる。

【0027】

また、本発明の一態様によれば、入力された第1の色信号を基準として第1の色空間を分割する色空間分割手段と、分割された第1の色空間から第2の色信号を選択する色信号選択手段と、第2の色信号の第2の色空間への変換結果に基づいて、第1の色信号の第2の色空間への変換結果を算出する色信号算出手段とを備えている。

20

【0028】

このことにより、第1の色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、分割された第1の色空間から第2の色信号を1つずつ取り出すことにより、第1の色信号を第2の色信号で確実に包囲することが可能となり、第1の色信号の補間に必要な第2の色信号を迅速に選択することが可能となることから、色信号の補間を高速に行うことが可能となる。

【0029】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間上の格子点の値を基準として、その第1の色空間を分割するようにしている。

30

このことにより、第1の色空間上に補間点を規則的に生成することが可能となり、第1の色空間上の色信号の分布に片寄りをなくして、第1の色空間上の色信号の分布を均一にすることが可能となる。

【0030】

また、本発明の一態様によれば、入力された第1の色信号を基準として第1の色空間を分割する色空間分割手段と、分割された第1の色空間から第2の色信号を選択する色信号選択手段と、前記第2の色信号の第2の色空間への変換結果に基づいて、前記第2の色信号で囲まれる第3の色信号についての変換結果を算出する色信号算出手段とを備えている。

【0031】

このことにより、第1の色空間上で補間対象となる第3の色信号と、第1の色空間上で分割の基準点となる第1の色信号とを異なるものとすることができ、第3の色信号として異なる色信号が入力された場合においても、色空間を分割する際の基準点を共通に設定することが可能となることから、第2の色信号で囲まれる同一範囲内の異なる第3の色信号について、第2の色信号の選択を一括して行うことが可能となる。

40

【0032】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間上の格子点の値を基準として、その第1の色空間を分割するようにしている。

このことにより、第2の色信号の選択の基準となる点を第1の色空間上で等間隔に設定することが可能となり、第1の色空間上での第2の色信号の選択を規則正しく行うことが可能となる。

50

【 0 0 3 3 】

また、本発明の一態様によれば、第 1 の色空間に分布している色信号の粗密に基づいて、格子点の格子間隔を変更するようにしている。

このことにより、格子点を基準として第 2 の色信号を選択する際に、異なる格子点に対して同一の第 2 の色信号が選択されることを防止することが可能となり、第 2 の色信号で包囲される範囲の重複を減らすことが可能となることから、新たな補間点を第 1 の色空間上に効率よく生成することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

また、本発明の一態様によれば、第 1 の色空間上に分布している色信号を第 1 の色信号として入力するようにしている。

このことにより、第 1 の色信号を基準として選択された第 2 の色信号で包囲される範囲を、第 1 の色空間上に分布している色信号の範囲全体に隙間なく設定することが可能となり、色空間上の色再現範囲内において生成可能な色信号の欠落を防止することが可能となる。なお、第 1 の色空間上に分布している色信号は、例えば、色変換テーブルに登録されている値である。

【 0 0 3 5 】

また、本発明の一態様によれば、第 1 の色空間上の格子点の値を第 3 の色信号として設定するようにしている。

このことにより、第 1 の色空間上で補間対象となる第 3 の色信号と、第 1 の色空間上で分割の基準点となる第 1 の色信号とが異なる場合においても、第 1 の色空間上の格子点の色信号を求めることが可能となる。

【 0 0 3 6 】

また、本発明の一態様によれば、第 1 の色空間に属する第 1 の色信号を入力する色信号入力手段と、前記第 1 の色信号を包囲する第 2 の色信号を選択する色信号選択手段と、前記第 2 の色信号と第 2 の色空間に属する第 3 の色信号との対応関係を獲得する対応関係獲得手段と、前記色信号選択手段により選択された第 2 の色信号についての重み係数を設定する重み係数設定手段と、前記重み係数に基づいて、前記第 2 の色信号で包囲される範囲内に補間点を生成する補間点生成手段と、前記重み係数設定手段により設定された重み係数の中から、前記第 2 の色信号で包囲される前記第 4 の色信号に最も近い補間点の重み係数を選択する重み係数選択手段と、前記重み係数選択手段により選択された重み係数を前記第 3 の色信号に適用することにより、前記第 4 の色信号の前記第 2 の色空間への変換結果を算出する補間演算手段とを備えている。

このことにより、第 1 の色信号を包囲する第 2 の色信号を選択する際に、第 2 の色信号の個数をできるだけ少なくすることが可能となり、補間演算を簡易に行うことが可能となる。

【 0 0 3 7 】

また、本発明の一態様によれば、第 1 の色信号の各成分の値と第 2 の色信号の各成分の値との大小関係に基づいて、第 2 の色信号を選択するようにしている。このことにより、第 1 の色信号の各成分の値と第 2 の色信号の各成分の値とを比較するだけで、第 1 の色信号を包囲する第 2 の色信号を確実に選択することが可能となることから、第 1 の色信号を包囲する第 2 の色信号を簡単な演算を行うだけで選択することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

また、本発明の一態様によれば、第 2 の色信号として、第 1 の色信号との距離が最も短い色信号を分割された色空間から選択するようにしている。

このことにより、第 1 の色信号から離れた点の色信号が補間演算に用いられることを防止でき、第 2 の色信号を用いた第 1 の色信号の補間演算を高精度に行うことが可能となる。

【 0 0 3 9 】

また、本発明の一態様によれば、第 2 の色信号として、第 1 の色信号との距離が所定の値以上の最も短い色信号を分割された色空間から選択するようにしている

このことにより、限定された狭い範囲内の色信号だけが選択されたために、補間演算によ

10

20

30

40

50

り生成可能な色信号の範囲に片寄りが発生することを防止することが可能となり、色空間上の色再現範囲内において生成可能な色信号の欠落をなくすることが可能となる。

【0040】

また、本発明の一態様によれば、入力された第1の色信号を基準として第1の色空間を分割する色空間分割手段と、分割された第1の色空間から第2の色信号を選択する色信号選択手段と、第2の色信号の第2の色空間への変換結果に基づいて、第1の色信号の第2の色空間への変換結果を算出する色信号算出手段とを備えている。

【0041】

このことにより、第1の色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、分割された第1の色空間から第2の色信号を1つずつ取り出すことにより、第1の色信号を第2の色信号で確実に包囲することが可能となり、第1の色信号の補間に必要な第2の色信号を迅速に選択することが可能となることから、色信号の補間を高速に行うことが可能となる。

10

【0042】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間上の格子点の値を基準として、その第1の色空間を分割するようにしている。

このことにより、第1の色空間上に補間点を規則的に生成することが可能となり、第1の色空間上の色信号の分布に片寄りをなくして、第1の色空間上の色信号の分布を均一にすることが可能となる。

【0043】

また、本発明の一態様によれば、入力された第1の色信号を基準として第1の色空間を分割する色空間分割手段と、分割された第1の色空間から第2の色信号を選択する色信号選択手段と、前記第2の色信号の第2の色空間への変換結果に基づいて、前記第2の色信号で囲まれる第3の色信号についての変換結果を算出する色信号算出手段とを備えている。

20

【0044】

このことにより、第1の色空間上で補間対象となる第3の色信号と、第1の色空間上で分割の基準点となる第1の色信号とを異なるものとすることができ、第3の色信号として異なる色信号が入力された場合においても、色空間を分割する際の基準点を共通に設定することが可能となることから、第2の色信号で囲まれる同一範囲内の異なる第3の色信号について、第2の色信号の選択を一括して行うことが可能となる。

30

【0045】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間上の格子点の値を基準として、その第1の色空間を分割するようにしている。

このことにより、第2の色信号の選択の基準となる点を第1の色空間上で等間隔に設定することが可能となり、第1の色空間上での第2の色信号の選択を規則正しく行うことが可能となる。

【0046】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間に分布している色信号の粗密に基づいて、格子点の格子間隔を変更するようにしている。

このことにより、格子点を基準として第2の色信号を選択する際に、異なる格子点に対して同一の第2の色信号が選択されることを防止することが可能となり、第2の色信号で包囲される範囲の重複を減らすことが可能となることから、新たな補間点を第1の色空間上に効率よく生成することが可能となる。

40

【0047】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間上に分布している色信号を第1の色信号として入力するようにしている。

このことにより、第1の色信号を基準として選択された第2の色信号で包囲される範囲を、第1の色空間上に分布している色信号の範囲全体に隙間なく設定することが可能となり、色空間上の色再現範囲内において生成可能な色信号の欠落を防止することが可能となる。

50

【0048】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間上の格子点の値を第3の色信号として設定するようにしている。

このことにより、第1の色空間上で補間対象となる第3の色信号と、第1の色空間上で分割の基準点となる第1の色信号とが異なる場合においても、第1の色空間上の格子点の色信号を求めることが可能となる。

【0049】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間に属する第1の色信号を入力する色信号入力手段と、前記第1の色信号を包囲する第2の色信号を選択する色信号選択手段と、前記第2の色信号と第2の色空間に属する第3の色信号との対応関係を獲得する対応関係獲得手段と、前記色信号選択手段により選択された第2の色信号についての重み係数を設定する重み係数設定手段と、前記重み係数に基づいて、前記第2の色信号で包囲される範囲内に補間点を生成する補間点生成手段と、前記重み係数設定手段により設定された重み係数の中から、前記第2の色信号で包囲される前記第4の色信号に最も近い補間点の重み係数を選択する重み係数選択手段と、前記重み係数選択手段により選択された重み係数を前記第3の色信号に適用することにより、前記第4の色信号の前記第2の色空間への変換結果を算出する補間演算手段とを備えている。

【0050】

このことにより、第1の色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、第1の色空間の補間に使用する重み係数を設定することが可能となるとともに、第1の色空間上で補間点を求める場合に使用した重み係数を用いて、第2の色空間上の色信号の値を求めることが可能となり、第1の色空間で新たに与えられた色信号についての第2の色空間上での値を求めることが可能となる。

【0051】

また、本発明の一態様によれば、第1の色信号を基準として分割された第1の色空間から第2の色信号を選択するようにしている。

このことにより、第1の色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、第1の色信号を包囲する第2の色信号の選択に失敗することがなくなることから、第1の色信号を包囲する第2の色信号を高速に選択することが可能となり、補間点の生成を高速に行うことが可能となる。

【0052】

また、本発明の一態様によれば、所定の間隔で立方体を分割した時の体積を、補間点を生成する際の重み係数として設定するようにしている。

このことにより、第1の色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、8点補間により補間点を生成することが可能となり、ノイズの影響を受けにくい補間方法を提供することが可能となる。

【0053】

また、本発明の一態様によれば、第2の色信号の間の距離または第3の色信号の間の距離に基づいて、立方体を分割する時の間隔を変更するようにしている。

このことにより、第1の色空間上の補間点の間隔または第2の色空間上の補間点の間隔を制御することが可能となり、第2の色信号または第3の色信号で囲まれる範囲が歪んだ形になっている場合においても、第1の色空間または第2の色空間に均一に補間点を生成することが可能となることから、人間の視覚特性により適応した形で、色信号の補間を行うことが可能となる。

【0054】

また、本発明の一態様によれば、複数の第4の色信号が同一の第2の色信号で包囲される場合、第4の色信号についての各重み係数を一括して選択するようにしている。

【0055】

このことにより、複数の第4の色信号に対して同一の第2の色信号の選択を繰り返す必要がなくなり、同一範囲内の第4の色信号の変換結果を効率よく算出することが可能となる

10

20

30

40

50

。

【0056】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間は機器に依存する機器依存色空間であり、第2の色空間は機器に依存しない独立色空間である。
このことにより、色再現性の異なる機器の間で色信号の送受信を行う場合においても、各機器の間での色再現性を一致させることが可能となる。

【0057】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間は、CMY空間、CMYK空間またはRGB空間であり、第2の色空間は、 $L^*a^*b^*$ 空間またはXYZ空間である。

【0058】

このことにより、機器に依存する機器依存色空間の色信号を、機器に依存しない独立色空間の色信号に変換することが可能となる。

また、本発明の一態様によれば、色空間に分布する第1の色信号で包囲される範囲内に第1の補間点を生成する第1の補間点生成手段と、前記色空間に分布する第2の色信号で包囲される範囲内に第2の補間点を生成する第2の補間点生成手段と、前記第1の補間点または前記第2の補間点のうち、前記色空間の第3の色信号に近い方を選択する補間点選択手段と、前記補間点選択手段により前記第1の補間点を選択された場合、前記第1の色信号を使用して前記第3の色信号の補間を行い、前記補間点選択手段により前記第2の補間点を選択された場合、前記第2の色信号を使用して前記第3の色信号の補間を行う補間手段とを備えている。

【0059】

このことにより、第3の色信号と異なる点を基準として第3の色信号の補間に使用する色信号を選択した結果、第3の色信号の補間に使用する色信号の候補が複数通り得られた場合においても、これらの複数通りの色信号の候補の中から、第3の色信号の補間に使用する最適な色信号を選択することが可能となる。

【0060】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間に属する第1の色信号を入力する色信号入力手段と、前記第1の色信号を包囲する第2の色信号を選択する色信号選択手段と、前記第2の色信号の第2の色空間への変換結果に基づいて、前記第2の色信号で包囲される第3の色信号の変換結果を算出する色信号算出手段と、前記第2の色信号で囲まれる範囲の外側の第4の色信号の変換結果を外挿により算出する外挿手段とを備えている。

【0061】

このことにより、第1の色空間に第2の色信号が不規則に分布している場合においても、第2の色信号で囲まれる範囲の外側に、新たな色信号を生成することが可能となる。

【0062】

また、本発明の一態様によれば、第1の色信号を基準として分割された第1の色空間から、第2の色信号を選択する。

このことにより、第1の色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、第1の色信号を包囲する第2の色信号の選択に失敗することがなくなることから、第1の色信号を包囲する第2の色信号を高速に選択することが可能となり、補間点の生成を高速に行うことが可能となるとともに、外挿点の生成も高速化することが可能となり、第1の色空間に分布している色信号で囲まれる範囲の外側に、新たな色信号を効率よく生成することが可能となる。

【0063】

また、本発明の一態様によれば、2次元空間上の第1の点を包囲する3つの点を選択する包囲点選択方法において、前記第1の点の近傍の第2の点を選択するステップと、前記第2の点が座標軸上に来るように、前記第1の点の周りに前記座標軸を回転させるステップと、前記座標軸で対向する領域から1点ずつ選択するステップとを備えている。

【0064】

このことにより、2次元空間上の第1の点を包囲する3つの点を確実に選択することが可

10

20

30

40

50

能となり、2次元空間上の第1の点を最小の個数の点で包囲することが可能となる。

【0065】

また、本発明の一態様によれば、3次元空間上の第1の点を包囲する4つの点を選択する包囲点選択方法において、前記第1の点の近傍の第2の点を選択するステップと、前記第2の点が第1の座標軸上の負の領域に来るように、前記第1の座標軸を回転させるステップと、回転後の第1の座標軸上の正の領域から第3の点を選択するステップと、前記第3の点が、前記第1の座標軸及び第2の座標軸からなる平面上で、かつ前記第2の座標軸の負の領域に来るように、前記第2の座標軸を回転させるステップと、第1の座標軸及び第2の座標軸が負の領域で、かつ第3の座標軸が0以上の領域から第4の点を選択するステップと、第1の座標軸及び第2の座標軸が負の領域で、かつ第3の座標軸が負の領域から第5の点を選択するステップとを備えている。

10

【0066】

このことにより、3次元空間上の第1の点を包囲する4つの点を確実に選択することが可能となり、3次元空間上の第1の点を最小の個数の点で包囲することが可能となる。

【0067】

また、本発明の一態様によれば、第1の色空間で不規則に分布している第1の色信号と第2の色空間に分布している第2の色信号との第1の対応関係を求めるステップと、前記第1の色空間に基準点を設定するステップと、前記第1の色空間を前記基準点で分割するステップと、分割された色空間から第1の色信号を選択するステップと、選択された第1の色信号に基づいて補間を行うことにより、前記第1の色信号で囲まれる範囲内において、前記第1の色空間の格子点に分布している第3の色信号と前記第2の色空間上に分布している第4の色信号との第2の対応関係を求めるステップと、前記第2の対応関係を外挿することにより、前記第1の色信号で囲まれる範囲外において、前記第1の色空間の格子点に分布している第5の色信号と前記第2の色空間上に分布している第6の色信号との第3の対応関係を求めるステップと、前記第2の対応関係及び前記第3の対応関係を色変換テーブルに登録するステップとを備えている。

20

【0068】

このことにより、第1の色信号が第1の色空間で不規則に分布している場合においても、補間演算に使用する第1の色信号の選択に失敗することなく、第1の色信号で囲まれる範囲内に補間点を生成することが可能となるとともに、第1の色信号で囲まれる範囲外に外挿点を生成して、第1の色空間の格子点に対応する第2の色空間の色信号を求めることが可能となり、不規則テーブルを規則テーブルに効率的に変換することが可能となる。

30

【0069】

また、本発明の一態様によれば、前記基準点は、前記第1の色信号である。
このことにより、第1の色空間で不規則に分布している第1の色信号を基準として、第2の色信号を選択することすることが可能となり、第2の色信号で包囲される第1の色空間の範囲を、第1の色空間上に分布している色信号の範囲全体に隙間なく設定することが可能となることから、登録されている色信号の範囲に欠落のない色変換テーブルを生成することが可能となる。

【0070】

また、本発明の一態様によれば、前記基準点は、前記第3の色信号である。
このことにより、第1の色空間の格子点を基準として、第2の色信号を選択することすることが可能となり、第1の色空間上に補間点を規則的に生成することが可能となることから、登録されている色信号に片寄りのない色変換テーブルを生成することが可能となる。

40

【0071】

また、本発明の一態様によれば、前記基準点は、前記第3の色信号の中の一部である。
このことにより、色変換テーブルに登録する格子点の密度が第1の色信号の密度より大きいため、異なる格子点が同一の第1の色信号で包囲される場合においても、第1の色信号の選択の基準となる基準点の数を減らすことにより、第1の色信号で包囲される範囲の重複を減らすことが可能となることから、同一の範囲について同一の処理が何度も繰り返さ

50

れることを防止することが可能となり、不規則テーブルを規則テーブルに効率よく変換することが可能となる。

【0072】

また、本発明の一態様によれば、前記第2の対応関係を求めるステップは、所定の間隔で立方体を分割した時の体積を、選択された第1の色信号についての重み係数として設定するステップと、前記重み係数に基づいて、前記第1の色信号で包囲される範囲内に補間点を生成するステップと、設定された重み係数の中から、前記第1の色信号で包囲される前記第3の色信号に最も近い補間点の重み係数を選択するステップと、選択された重み係数を前記第2の色信号に適用することにより、前記第4の色信号を算出するステップとを備えている。

10

【0073】

このことにより、第1の色空間上で第1の色信号が不規則に分布している場合においても、第1の色空間で8点補間を行うことが可能となるとともに、第1の色空間上で補間点を求める場合に使用した重み係数を用いて、第2の色空間上の色信号の値を求めることが可能となり、不規則テーブルを規則テーブルに精度よく変換することが可能となる。

【0074】

また、本発明の一態様によれば、前記第3の対応関係を求めるステップは、前記第1の色空間上で、前記第1の色信号で包囲される範囲の境界の外側に隣接する第1の格子点を選択するステップと、前記第1の色空間上で、前記第1の格子点の内側に隣接する第2の格子点を選択するステップと、前記第1の色空間上で、前記第2の格子点から1つだけ内側の第3の格子点を選択するステップと、前記第2の対応関係に基づいて、前記第2の格子点に対応する前記第2の色空間上の第1の点を求めるステップと、前記第2の対応関係に基づいて、前記第3の格子点に対応する前記第2の色空間上の第2の点を求めるステップと、前記第2の色空間上で、前記第1の点を中心に前記第2の点と点対称な第3の点の色信号を求めるステップと、前記第1の格子点の色信号に対応させて、前記第3の点の色信号を色変換テーブルに登録するステップとを備えている。

20

【0075】

このことにより、外挿により作成される点を、外挿で使用する2つの点を結んだ直線上に生成することが可能となり、外挿で生成する第6の色信号の近傍の第4の色信号を用いて簡易な演算により、第6の色信号を算出することが可能となることから、第1の色信号で

30

【0076】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の一実施例に係わる色信号選択装置の構成を示すブロック図である。

【0077】

図1において、色空間分割手段1は、入力された第1の色信号を基準として、その第1の色信号が属する色空間を分割する。色信号選択手段2は、色空間分割手段1により分割された色空間から、その色空間に分布している第2の色信号を選択する。

【0078】

このことにより、第1の色信号を第2の色信号で確実に包囲することが可能となり、色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、第1の色信号を包囲しない色信号の選択が防止されることから、色信号の選択のやり直しをなくすことが可能となる。

40

【0079】

このように、色空間を領域分割し、この領域の幾つかから色信号を選択することにより、データの選択の繰り返しを防止でき、高速な色信号の選択が可能となる。

【0080】

図2は、本発明の第1実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図である。この第1実施例に係わる色信号選択方法では、第1の色信号の各成分の値と第2の色信

50

号の各成分の値との大小関係に基づいて、第2の色信号を選択するようにしている。

【0081】

図2において、色変換テーブルに登録されている色信号が、色空間上の点P1～P20に分布しているものとする。そして、色空間上の点Pの色信号が、補間対象として入力されたものとする。ここで、点Pの色信号は色変換テーブルに登録されていないので、色空間上に分布しているP1～P20の中から、点Pを包囲する4つの点P7、P9、P14、P17を選択する。そして、選択された4つの点P7、P9、P14、P17の色信号を用いて重み演算を行うことにより、点Pの色信号の補間を行う。点Pを包囲する4つの点P7、P9、P14、P17を選択するには、点Pを通り、互いに直交する直線L1、L2でP1～P20が分布している色空間を分割する。この分割により、色空間上に4つの領域1～4が生成される。そして、領域1から点Pに最も近い点P7を選択し、領域2から点Pに最も近い点P9を選択し、領域3から点Pに最も近い点P14を選択し、領域4から点Pに最も近い点P17を選択する。この結果、点Pは4つの点P7、P9、P14、P17により確実に包囲され、分割により得られた4つの領域1～4から色信号を1つずつ選択するだけで、色空間上に不規則に分布しているP1～P20の中から、点Pを包囲する4つの点P7、P9、P14、P17を取り出すことが可能となる。

10

【0082】

このように、点Pを通り、互いに直交する直線L1、L2で色空間を分割することにより、点Pの色信号の各成分の値とP1～P20の色信号の各成分の値とを比較するだけで、点Pの色信号を包囲する4つの点P7、P9、P14、P17の色信号を確実に選択することが可能となり、補間に用いる色信号の選択を簡単な演算で高速に行うことが可能となる。

20

【0083】

また、分割された各領域1～4から、点Pに距離が最も近い4つの点P7、P9、P14、P17を選択することにより、補間演算を行う際に点Pから離れた点の色信号が用いられることを防止でき、補間演算を高精度に行うことが可能となる。

【0084】

なお、図2の例では、2次元的に示したため、4つの領域に分割したが、3次元では、8領域に分割する。

図3は、本発明の第1実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャートである。

30

【0085】

図3において、色信号が分布している色空間を複数の領域に分割し(ステップS1)、分割された領域から色信号を選択する(ステップS2)。このことにより、不規則に分布している色信号の中から、補間対象となる色信号を包囲する色信号を容易に見つけ出すことが可能となる。

【0086】

図4は、本発明の第1実施例に係わる領域分割方法を示すフローチャートである。

図4において、まず、色空間を分割する時の基準となる色信号を入力する(ステップS11)。ここで、基準となる色信号は、補間の対象となる色信号でもよく、格子点の色信号でもよい。

40

【0087】

次に、入力された色信号を基準として色空間に複数の領域を設定し(ステップS12)、設定された領域から色信号を選択する(ステップS13)。

図5は、本発明の第2実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図である。この第2実施例に係わる色信号選択方法では、回転変換を施した後に領域分割することにより、できるだけ少ないデータ数で基準点を包囲する色信号を確実に選択できるようにしている。

【0088】

図5において、色変換テーブルに登録されている色信号が、色空間上の点P1～P20に分布しているものとする。そして、色空間上の点Pの色信号が、補間対象として入力され

50

たものとする。ここで、点Pの色信号は色変換テーブルに登録されていないので、色空間上に分布しているP1～P20の中から、点Pを包囲する3つの点P4、P11、P14を選択する。そして、選択された3つの点P4、P11、P14の色信号を用いて重み演算を行うことにより、点Pの色信号の補間を行う。

【0089】

点Pを包囲する3つのP4、P11、P14を選択するには、色空間上に分布しているP1～P20の中から、点Pに最も近い点P4を選択する。そして、点P及び点P4を通る直線L1で色空間を分割するとともに、直線L1に直交する直線L2で色空間を分割する。この分割により、色空間上に4つの領域1～4が生成される。そして、領域3から点Pに最も近い点P11を選択し、領域4から点Pに最も近い点P14を選択する。この結果、点Pは3つの点P4、P11、P14により確実に包囲され、色空間上に不規則に分布しているP1～P20の中から、点Pを包囲する最小個数の3つの点P4、P11、P14を取り出すことが可能となる。

10

【0090】

このように、基準点に最も近い点を最初に選択し、この選択された点が座標軸上に来るように回転し、その後、対向する2領域から1点ずつ選択することにより、基準点を包囲する3点を確実に選択することができる。

【0091】

図6は、本発明の第2実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャートである。図6において、まず、色空間を分割する時の基準となる色信号を入力する(ステップS21)。ここで、基準となる色信号は、補間の対象となる色信号でもよく、格子点の色信号でもよい。

20

【0092】

次に、回転量を決める色信号を色空間上に分布している色信号から選択する(ステップS22)。ここで、回転量を決める色信号は、基準となる色信号に最も近い点とすることができる。

【0093】

次に、回転量を決める色信号が座標軸上に来るように、色空間上に分布している色信号に回転演算を行う(ステップS23)。

次に、回転後の色信号を基準として色空間に複数の領域を設定し(ステップS24)、設定された領域から色信号を選択する(ステップS25)。

30

【0094】

図7は、本発明の第2実施例に係わる色信号選択方法を3次元の色空間上で示す図である。

図7において、3次元空間上の点Pを包囲する4つの点P1～P4を選択するものとする。この場合、点Pに最も近い点P1をR軸上の負の位置に設定し、R軸上の値が正の領域から残りの3つの点P2～P4を選択する。ここで、R軸上の値が正の領域で点Pに最も近い点を点P2とし、点P2をRG平面上でG軸上の値が負の領域に設定する。そして、G軸上の値が正の領域から点P3、P4を選択する。ここで、点P3はB軸上の値が0または正の領域となるように選択し、点P4はB軸上の値が負の領域となるように選択する。

40

【0095】

すなわち、点P1と点P2～P4とでは、R軸上の値が反対符号となり、点P2と点P3、P4とでは、G軸上の値が反対符号となるとともに、点P1のG軸上の値が0となり、点P3とP4とでは、B軸上の値が反対符号となるとともに、点P1と点P2のB軸上の値が0となるようにする。

【0096】

図8は、本発明の第2実施例に係わる色信号を3次元の色空間上で選択する方法を示す図である。なお、この例では、基準点Pを原点としたRGB座標系を示し、回転後の座標軸をR、G、Bで表している。

50

【0097】

図8において、まず、基準点Pに最も近い色変換テーブルの点P1を選択する。次に、点P1がR軸上で負の値になるようにR軸を回転する。なお、点P1が原点の場合は回転不要である。

【0098】

次に、回転後のR値が正の範囲で最も原点に近い色変換テーブルの点P2を選択する。次に、点P2がRG平面上のGが負の領域に来るようにG軸を回転する。なお、点P2がR軸上にある場合は回転不要である。

【0099】

次に、RGが正の領域でBが0以上の領域と、RGが正の領域でBが負の領域からそれぞれ一つずつ最も基準点Pに近い点P3、P4を選択する。

図9は、本発明の第3実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図である。この第3実施例に係わる色信号選択方法では、色変換テーブルに登録されている色信号を基準点として順次選択することにより、この基準点を中心として選択された色信号により包囲される範囲を、登録されている色信号の分布する範囲全体に隙間なく設定することを可能としている。

【0100】

図9において、色変換テーブルに登録されている色信号が、色空間上の点P1～P20に分布しているものとする。そして、色空間上に分布している点P1～P20を選択する時の基準点を設定するものとする。この場合、色空間上に分布している点P1～P20に着目し、色空間上に分布している点P1～P20を順次に基準点として設定する。

【0101】

例えば、色空間上に分布している点P4を基準点に設定し、点P1を基準として色空間を分割することにより、点P4を包囲する4つの点P1、P2、P5、P6を選択する。

【0102】

次に、選択されたP6を基準点に設定し、点P6を基準として色空間を分割することにより、点P6を包囲する4つの点P2、P4、P7、P11を選択する。

【0103】

次に、選択されたP7を基準点に設定し、点P7を基準として色空間を分割することにより、点P7を包囲する4つの点P2、P3、P6、P9を選択する。

この基準点の設定処理を色空間上に分布している点P1～P20について行うことにより、点P1～P20から選択された点で包囲される範囲を、登録されている点の分布する範囲全体に隙間なく分布させることが可能となる。このため、不規則な分布の色信号を補間して規則的な分布(例えば、格子点上)の色信号を作成する際に、色空間上に生成される色信号の範囲に欠落が発生することを防止することが可能となり、色変換を精度の良く行うことが可能な規則テーブルを生成することが可能となる。

【0104】

図10は、本発明の第3実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャートである。

図10において、まず、不規則テーブルに登録されている色信号を順次入力する(ステップS31)。ここで、色信号を入力する順番は任意に設定することができ、例えば、不規則テーブルに格納されている順番で入力することができる。

【0105】

次に、入力された色信号を基準として色空間に複数の領域を設定し(ステップS32)、設定された領域から色信号を選択する(ステップS33)。

図11は、本発明の第4実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図である。この第4実施例に係わる色信号選択方法では、新たに生成する色変換テーブルに登録する色信号を基準点として、色信号の選択を行うようにしている。

【0106】

図11において、色変換テーブルに登録されている色信号が、色空間上の点P1～P20に分布しているものとする。ここで、色空間上の格子点に対応する色信号の値を補間によ

10

20

30

40

50

り求めるものとする。この場合、色空間上の格子点に対応する色信号を基準点として色空間を分割し、補間使用する色信号を選択する。

【0107】

例えば、基準点として格子点K1の値が入力されると、格子点K1を基準点として色空間を分割し、分割された色空間からそれぞれ点P1、P2、P3、P4を選択する。この結果、格子点K1は点P1、P2、P3、P4で包囲され、点P1、P2、P3、P4の値を用いて補間を行うことにより、格子点K1の値を求めることが可能となる。

【0108】

また、基準点として格子点K2の値が入力されると、格子点K2を基準点として色空間を分割し、分割された色空間からそれぞれ点P2、P3、P4、P5を選択する。この結果、格子点K2は点P2、P3、P4、P5で包囲され、点P2、P3、P4、P5の値を用いて補間を行うことにより、格子点K2の値を求めることが可能となる。

10

【0109】

また、基準点として格子点K3の値が入力されると、格子点K3を基準点として色空間を分割し、分割された色空間からそれぞれ点P2、P3、P4、P5を選択する。この結果、格子点K3は点P2、P3、P4、P5で包囲され、点P2、P3、P4、P5の値を用いて補間を行うことにより、格子点K3の値を求めることが可能となる。

【0110】

また、基準点として格子点K4の値が入力されると、格子点K4を基準点として色空間を分割し、分割された色空間からそれぞれ点P4、P5、P6、P7を選択する。この結果、格子点K4は点P4、P5、P6、P7で包囲され、点P4、P5、P6、P7の値を用いて補間を行うことにより、格子点K4の値を求めることが可能となる。

20

【0111】

また、基準点として格子点K5の値が入力されると、格子点K5を基準点として色空間を分割し、分割された色空間からそれぞれ点P4、P5、P6、P7を選択する。この結果、格子点K5は点P4、P5、P6、P7で包囲され、点P4、P5、P6、P7の値を用いて補間を行うことにより、格子点K5の値を求めることが可能となる。

【0112】

このように、基準とする色信号を格子点に設定することにより、格子点を包囲する色信号を確実に選択することが可能となり、不規則テーブルを規則テーブルに効率よく変換することが可能となる。

30

【0113】

図12は、本発明の第4実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャートである。図12において、まず、規則テーブルに登録されている色信号を順次入力する(ステップS41)。ここで、色信号を入力する順番は任意に設定することができ、例えば、格子番号の順序で入力することができる。

【0114】

次に、入力された色信号を基準として色空間に複数の領域を設定し(ステップS42)、設定された領域から色信号を選択する(ステップS43)。

図13は、本発明の一実施例に係わる色信号補間装置の構成を示すブロック図である。

40

【0115】

図13において、色信号入力手段11は、第1の色空間に属する第1の色信号を入力する。

色信号選択手段12は、色信号入力手段11により入力された第1の色信号を包囲する第2の色信号を選択する。ここで、色信号選択手段12は、第1の色信号を基準として第1の色空間を分割し、分割された第1の色空間から色信号を選択することにより、第1の色信号を包囲する第2の色信号を選択することができる。

【0116】

対応関係獲得手段13は、色信号選択手段12により選択された第2の色信号と第2の色空間に属する第3の色信号との対応関係を獲得する。ここで、対応関係獲得手段13は、

50

色変換テーブルに記憶されているデータを読み出すことにより、第2の色信号と第3の色信号との対応関係を獲得することができる。

【0117】

重み係数設定手段14は、色信号選択手段12により選択された第2の色信号についての重み係数を設定する。ここで、補間点生成手段15が8点補間により補間点を生成する場合、色信号選択手段12により選択された8つの色信号のそれぞれについての重み係数を設定する。8つの色信号の重み係数は、特定の位置で立方体を8つに分割した時の体積を用いることができる。

【0118】

また、補間点生成手段15が四面体補間により補間点を生成する場合、色信号選択手段12により選択された4つの色信号のそれぞれについての重み係数を設定する。

10

【0119】

補間点生成手段15は、重み係数設定手段14により設定された重み係数に基づいて、第2の色信号で包囲される範囲内に補間点を生成する。ここで、補間点生成手段15は、重み係数設定手段14により設定される重み係数を少しずつ変化させることにより、第2の色信号で包囲される範囲内に複数の補間点を生成する。

重み係数選択手段16は、補間点生成手段15により生成された複数の補間点の中から、第4の色信号に最も近い補間点を検出する。そして、重み係数設定手段14により設定された重み係数の中から、検出された補間点の重み係数を選択する。このため、第1の色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、補間に使用する第2の色信号の個数や重み係数を自由に設定することが可能となる。

20

【0120】

補間演算手段17は、重み係数選択手段16により選択された重み係数を第3の色信号に適用することにより、第4の色信号の第2の色空間への変換結果を算出する。このため、第1の色空間上で補間点を求める場合に使用した重み係数を用いて、第2の色空間上の色信号の値を求めることが可能となり、第1の色空間上で新たに与えられた色信号と第2の色空間の色信号との対応関係を求めることが可能となる。

【0121】

このように、設定された重み係数を用いて生成した補間点の中から、変換対象となる点に最も近い補間点を選択し、選択した補間点を求める場合に使用した重み係数を用いて色変換を行うことにより、色空間上で色信号が不規則に分布している場合においても、四面体補間などのようにn次元補間に使用される点をn+1個に限る必要がなくなり、8点補間などのようにノイズの影響を受けにくい補間方法を用いて補間点を生成することが可能となる。

30

【0122】

すなわち、色空間上で色信号が不規則に分布している場合に用いることができる距離補間やベクトル補間や四面体補間などの一般的な補間方法の他に、見本信号や見本点が補間を実行する2つの空間において格子点として存在することを必要とする8点補間などの補間方法を用いることにより、補間を行うことが可能となり、補間演算を精度良く行うことが可能となる。

40

【0123】

図14は、RGB空間上で不規則に分布するRGB値と $L^*a^*b^*$ 空間上で不規則に分布する $L^*a^*b^*$ 値との対応関係から、入力されたRGB値に対応する $L^*a^*b^*$ 値を補間により求める実施例を、2次的に説明する図である。

【0124】

図14において、色票をスキャナで読み取った時のRGB値と色票を測色機で測色した時の $L^*a^*b^*$ 値との対応関係が離散的に生成されているものとする。また、色票をスキャナで読み取った時のRGB値はRGB空間上で不規則に分布し、色票を測色機で測色した時の $L^*a^*b^*$ 値は $L^*a^*b^*$ 空間上で不規則に分布しているものとする。例えば、RGB空間の点P1は $L^*a^*b^*$ 空間の点Q1に対応し、RGB空間の点P2は L^*

50

$a^* b^*$ 空間の点 Q_2 に対応し、RGB空間の点 P_3 は $L^* a^* b^*$ 空間の点 Q_3 に対応し、RGB空間の点 P_4 は $L^* a^* b^*$ 空間の点 Q_4 に対応しているものとする。

【0125】

ここで、RGB空間上の点 P に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の点 Q を求めるものとする。まず、RGB空間上の点 P を包囲する点 $P_1 \sim P_4$ を選択する。なお、この点 $P_1 \sim P_4$ を選択する場合、点 P を基準としてRGB空間を4つの領域に分割し、分割された4つの領域から点 P に最も近い点をそれぞれ選択することができる。

【0126】

次に、点 $P_1 \sim P_4$ で囲まれる領域の内部に補間によるRGB値を複数生成する。この補間により、点 $R_1 \sim R_{12}$ のRGB値が生成されたものとする。

10

次に、この補間により生成されたRGB空間上の点 $R_1 \sim R_{12}$ の中から、点 P に最も近いものを選択する。この選択により、RGB空間上の点 R_9 が選択されたものとする。

【0127】

次に、点 R_9 を求める時に使用した点 $P_1 \sim P_4$ についての各重み係数を、 $L^* a^* b^*$ 空間上の点 $Q_1 \sim Q_4$ に対してそれぞれ適用することにより、 $L^* a^* b^*$ 空間の点 Q を求める。そして、 $L^* a^* b^*$ 空間上の点 Q の $L^* a^* b^*$ 値を、RGB空間上の点 P のRGB値に対応するものとして出力する。

【0128】

このように、不規則に分布しているRGB空間上で色信号の対応関係を補間により増やし、この中から変換対象となるRGB値に最も近いものを見つけ出す。そして、RGB空間上の補間に使用した重み係数を、 $L^* a^* b^*$ 空間上の $L^* a^* b^*$ 値に適用することにより、不規則に分布しているRGB値と $L^* a^* b^*$ 値との対応関係から、入力されたRGB値と $L^* a^* b^*$ 値との対応関係を近似的に求めることが可能となる。

20

【0129】

図15は、本発明の一実施例に係わる色信号処理装置のシステム構成を示すブロック図である。

図15において、21は全体的な処理を行う中央演算処理ユニット(CPU)、22はリードオンリメモリ(ROM)、23はランダムアクセスメモリ(RAM)、24は入出力インターフェイス、25はRGB信号に基づいてカラー画像を表示するディスプレイ、26はCMY信号に基づいてカラー画像を印刷するプリンタ、27はスキャナ28により読み取られたデータを一時的に格納するメモリ、28はカラー画像を読み取ることにより、RGB信号を出力するスキャナ、29は通信インターフェイス、30は通信ネットワーク、31は記憶媒体を駆動するドライバ、32はハードディスク、33はICメモリカード、34は磁気テープ、35はフロッピーディスク、36はCD-ROMやDVD-ROMなどの光ディスク、37はバス、38はキーボードである。

30

【0130】

色信号選択処理を行うプログラムや色信号補間処理を行うプログラム、あるいは色変換テーブルの内容を、ハードディスク32、ICメモリカード33、磁気テープ34、フロッピーディスク35、光ディスク36などの記憶媒体に格納し、これらの色信号選択処理を行うプログラムや色信号補間処理を行うプログラム、あるいは色変換テーブルの内容をRAM23に読み出すことにより、色信号選択処理や色信号補間処理を行うことができる。また、色信号選択処理を行うプログラムや色信号補間処理を行うプログラム、あるいは色変換テーブルの内容を、ROM22に格納しておくこともできる。

40

【0131】

さらに、色信号選択処理を行うプログラムや色信号補間処理を行うプログラム、あるいは色変換テーブルの内容を、通信インターフェイス29を介して通信ネットワーク30から取り出すことができる。通信インターフェイス29に接続される通信ネットワーク30として、例えば、LAN(Local Area Network)、WAN(Wide Area Network)、インターネット、アナログ電話網、デジタル電話網(ISDN: Integral Service Digital Network)、PHS

50

(パーソナルハンディシステム)や衛星通信などの無線通信網を用いることができる。

【0132】

CPU21は、色信号選択処理を行うプログラムが起動されると、スキャナ28で読み取られたRGB信号を受信する。スキャナ28で読み取られたRGB信号を受信すると、受信したRGB信号を基準としてRGB空間を分割する。そして、分割されたRGB空間の中から色変換テーブルに登録されているRGB信号を1つずつ選択する。このことにより、受信したRGB信号を包囲するRGB信号を、スキャナ28の色変換テーブルに登録されているRGB値の中から選択することができる。

【0133】

CPU21は、色信号補間処理を行うプログラムが起動されると、スキャナ28で読み取られたRGB信号を受信する。スキャナ28で読み取られたRGB信号を受信すると、スキャナ28の色変換テーブルを参照することにより、このRGB信号を $L^* a^* b^*$ 信号に変換する。そして、プリンタ26の色変換テーブルを参照することにより、この $L^* a^* b^*$ 信号をCMY信号に変換し、プリンタ26に出力する。このことにより、スキャナ28での色再現性とプリンタ26での色再現性とを一致させることができる。

【0134】

次に、不規則に分布しているRGB値と $L^* a^* b^*$ 値との対応関係を、規則的に分布しているRGB値と $L^* a^* b^*$ 値との対応関係に変換する方法について説明する。

【0135】

図16は、本発明の一実施例に係わる色変換テーブルの作成方法を色空間上で示す図である。この実施例は、実測により得られた不規則分布のRGB値に対して補間を行うことにより、格子状の規則的な分布のRGB値を生成するとともに、実測により得られる範囲を超えるRGB値については、外挿を行うことにより、規則的に分布しているRGB値と $L^* a^* b^*$ 値との対応関係を生成するようにしたものである。

【0136】

図16において、スキャナで色票を読み取ることにより、その色票の色に対応したRGB値の分布がRGB空間上に生成される。また、同一の色票を測色機で測色することにより、その色票の色に対応した $L^* a^* b^*$ 値の分布が $L^* a^* b^*$ 空間上に生成される。この時、RGB空間上に分布しているRGB値と、 $L^* a^* b^*$ 空間上に分布している $L^* a^* b^*$ 値との間に1対1の対応関係が付けられる。

【0137】

ここで、色票の色は規則的に分布しているとは限らないので、RGB空間上のRGB値の分布及び $L^* a^* b^*$ 空間上の $L^* a^* b^*$ 値の分布は、不規則となる。この結果、不規則に分布しているRGB値と $L^* a^* b^*$ 値との対応関係が実測により生成される。

【0138】

次に、不規則に分布しているRGB値と $L^* a^* b^*$ 値との対応関係に基づいて、RGB値が規則的に分布するように変換を行う。この変換は、RGB空間上で不規則に分布するRGB値の補間を行い、補間で求めたRGB空間上の格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 値を求めることにより行うことができる。

【0139】

この補間演算は、例えば、以下の方法により行うことができる。まず、RGB空間上の格子点を包囲するRGB値を実測データの中から選択する。そして、選択されたRGB値に対応する重み係数を順次設定することにより、選択されたRGB値で囲まれる領域内に補間点を多数生成する。

【0140】

次に、この多数生成された補間点の中から、RGB空間上の格子点に距離が最も近いものを検出する。そして、RGB空間上で検出された補間点に対する重み係数を用いて、実測で得られた $L^* a^* b^*$ 値の補間を行う。この結果、実測されたRGB値の分布の範囲内で、格子状の規則的な分布のRGB値と $L^* a^* b^*$ 値との対応関係を近似的に求めることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 1 】

次に、補間を用いて生成した RGB 値と $L^* a^* b^*$ 値との対応関係を外挿することにより、RGB 空間上の格子点の分布の範囲を拡大する。これは、補間を用いて生成した RGB 空間上の格子点は、実測された RGB 信号で包囲される範囲内に限って生成されることから、補間を用いて生成した RGB 空間上の格子点の分布の範囲は、実測された RGB 値の分布の範囲より狭くなるためである。

【 0 1 4 2 】

このように、実測により得られた不規則テーブルを規則テーブルに変換することにより、RGB 値を $L^* a^* b^*$ 値に変換する際の補間演算を高速かつ高精度に行うことが可能な色変換テーブルを生成することができる。

10

【 0 1 4 3 】

図 17 は、補間による色変換テーブルの生成方法の一例を示すフローチャートである。図 17 において、まず、色信号が分布している色空間を複数の領域に分割し（ステップ S51）、分割された領域から色信号を選択する（ステップ S52）。

【 0 1 4 4 】

次に、選択された色信号を用いて補間演算を行うことにより、色信号を新たに生成し、（ステップ S53）、新たに生成した色信号を色変換テーブルに登録する（ステップ S54）。

【 0 1 4 5 】

このように、分割された領域から選択された色信号を用いて補間を行うことにより、不規則テーブルを規則テーブルに高速に変換することが可能となり、利用しやすい色変換テーブルを効率的に生成することが可能となる。

20

【 0 1 4 6 】

図 18 は、外挿による色変換テーブル生成の生成方法の一例を示すフローチャートである。

図 18 において、まず、色変換テーブルに登録されている色信号を用いて補間演算を行うことにより、色変換テーブルに登録されている色信号の範囲内で新たな色信号を生成し、（ステップ S61）、新たに生成した色信号を色変換テーブルに登録する（ステップ S62）。

【 0 1 4 7 】

次に、外挿演算を行うことにより、色変換テーブルに登録されている色信号の範囲外で新たな色信号を生成し、（ステップ S63）、新たに生成した色信号を色変換テーブルに登録する（ステップ S64）。

30

【 0 1 4 8 】

このように、補間演算で生成した色信号をさらに外挿して色信号を増やすことにより、不規則テーブルで包囲される範囲の外にも、規則テーブルに登録する色信号を生成することができる。

【 0 1 4 9 】

図 19 は、本発明の一実施例に係わる色変換テーブル生成装置の構成を示すブロック図である。この色変換テーブル生成装置は、不規則テーブルから規則テーブルを効率的に生成することを可能とするとともに、規則テーブルに登録される色信号の範囲に欠落がないようにすることを可能とするものである。

40

【 0 1 5 0 】

図 19 において、スキャナ 43 は、色票 42 に印刷されている色を読み取り、その結果得られた RGB 値 41a を色変換テーブル 41 に出力する。測色機 44 は、色票 42 に印刷されている色を測色し、その結果得られた $L^* a^* b^*$ 値 41b を色変換テーブル 41 に出力する。

【 0 1 5 1 】

ここで、スキャナ 43 から得られた RGB 値 41a 及び測色機 44 から得られた $L^* a^* b^*$ 値 41b は不規則に分布するため、色変換テーブル 41 は不規則テーブルとなる。

50

【 0 1 5 2 】

色変換テーブル 4 9 は、R G B 空間の格子点に分布する R G B 値と $L^* a^* b^*$ 値 4 9 b との対応関係を格納するもので、色変換テーブル 4 9 に登録する R G B 値の範囲は、例えば、スキャナ 4 3 の色再現範囲に対応する 0 R 2 5 6、0 G 2 5 6、0 B 2 5 6 とし、格子間隔が 1 6 の格子点に対応する R G B 値を登録するものとする。このため、色変換テーブル 4 9 に登録する R G B 値を R G B 番号 4 9 a に置き換えて登録することができ、R G B 番号 4 9 a は、0 R 番号 1 6、0 G 番号 1 6、0 B 番号 1 6 の整数値となる。

【 0 1 5 3 】

ここで、R G B 値は R G B 番号 4 9 a から、

$$R \text{ 値} = R \text{ 番号} \times 1 6 \quad \dots (1)$$

$$G \text{ 値} = G \text{ 番号} \times 1 6 \quad \dots (2)$$

$$B \text{ 値} = B \text{ 番号} \times 1 6 \quad \dots (3)$$

により求めることができる。

【 0 1 5 4 】

選択部 4 5 は、登録対象となる R G B 番号 4 9 a が色変換テーブル 4 9 から与えられると、(1) ~ (3) 式により、R G B 番号 4 9 a に対応する R G B 値を求める。この R G B 値は、R G B 空間上の格子点の R G B 値 (格子 R G B 値) に対応している。そして、この格子 R G B 値を基準として R G B 空間を分割し、色変換テーブル 4 1 に登録されている R G B 値 4 1 a の中から、格子 R G B 値を包囲する R G B 値 4 1 a を選択する。ここで、補間部 4 6 による補間点の生成を 8 点補間により行う場合、格子 R G B 値を包囲する 8 個の R G B 値 4 1 a を選択し、補間部 4 6 による補間点の生成を四面体補間により行う場合、格子 R G B 値を包囲する 4 個の R G B 値 4 1 a を選択する。

【 0 1 5 5 】

なお、選択部 4 5 は、格子 R G B 値の格子間隔よりも広い間隔で格子 R G B 値を選択し、この選択された格子 R G B 値を基準として R G B 空間を分割するようにしてもよい。

【 0 1 5 6 】

次に、格子 R G B 値を包囲する R G B 値 4 1 a が選択されると、選択された R G B 値 4 1 a に対応する $L^* a^* b^*$ 値 4 1 b を、色変換テーブル 4 1 から読み出す。そして、色変換テーブル 4 1 から選択された R G B 値 4 1 a と、色変換テーブル 4 1 から読み出された $L^* a^* b^*$ 値 4 1 b とを、補間部 4 6 に出力する。

【 0 1 5 7 】

補間部 4 6 は、選択部 4 5 から出力された R G B 値 4 1 a に対する重み係数を設定することにより、選択部 4 5 から出力された R G B 値 4 1 a で包囲される領域に補間点を生成する。ここで、補間部 4 6 は、補間点の生成を 8 点補間や四面体補間などにより行うことができる。

【 0 1 5 8 】

近接色検出部 4 7 は、色変換テーブル 4 9 から出力された R G B 番号 4 9 a に対応する格子 R G B 値を (1) ~ (3) 式により求め、補間部 4 6 から出力された補間点の R G B 値と格子 R G B 値とを比較する。そして、補間点の R G B 値に近い格子点の R G B 番号を検出する。

【 0 1 5 9 】

近接度算出部 4 8 は、補間部 4 6 から出力された補間点の R G B 値と近接色検出部 4 7 により検出された格子点の R G B 値との近接度を算出する。なお、近接度は、補間部 4 6 から出力された補間点の R G B 値と近接色検出部 4 7 により検出された格子点の R G B 値との間の距離の二乗で定義することが可能である。

【 0 1 6 0 】

比較選択部 5 0 は、近接色検出部 4 7 により検出された格子点の R G B 番号 4 9 a の近接度 4 9 c を色変換テーブル 4 9 から読み出し、色変換テーブル 4 9 から読み出した近接度 4 9 c と、近接度算出部 4 8 で算出された近接度とを比較する。そして、近接度算出部 4

10

20

30

40

50

8で算出された近接度の方が、色変換テーブル49から読み出した近接度49cより大きい場合、そのことを補間部46に伝達する。

【0161】

補間部46は、補間点の近接度の方が色変換テーブル49に登録されている近接度49cより大きいか、または、近接色検出部47で検出された格子点のRGB番号について近接度49cが登録されていない場合、色変換テーブル41から選択されたRGB値41aに対応するL*a*b*値41bに対し、補間点の重み係数を適用することにより、色変換テーブル49のRGB番号49aに対応するL*a*b*値49bを算出する。

【0162】

登録部51は、近接色検出部47により検出された格子点のRGB番号49aに対応させて、補間部46から出力されたL*a*b*値49bと比較選択部50から出力された近接度49cとを色変換テーブル49に登録する。

10

【0163】

次に、スキャナ用の色変換テーブルの作成方法について、数式を用いながらより具体的に説明する。なお、ここで作成するスキャナ用の色変換テーブルは、スキャナで入力したRGB信号をL*a*b*信号に変換するために用いる色変換テーブルである。この色変換テーブルには、規則的な分布のRGB値に対応するL*a*b*値が登録される。

【0164】

この色変換テーブルの作成では、まず、ターゲット(様々な色票が印刷されたもの)をスキャナで入力し、その色票のRGB値を獲得するとともに、色票を測色機で測定することで、色票のL*a*b*値を得る。ここでは、一般的なIT8.7ターゲットを用いる。

20

【0165】

スキャナによる入力と測色機の測定で得られたものは、RGB値とL*a*b*値の対応を表すため、色変換テーブルと言える。しかし、ターゲットの色は完全に規則的に分布しているわけではないので、RGB値もL*a*b*値も不規則な分布となる。

【0166】

以下、本発明の第1実施例に係わるテーブル変換方法について説明する。この第1実施例に係わるテーブル変換方法は、8点補間により不規則テーブルを規則テーブルに変換するようにしたものである。この第1実施例の処理ステップは、「色の組の作成」、「補間による規則テーブルの生成」及び「外挿による規則テーブルの追加」の3段階からなる。

30

【0167】

色の組の作成では、格子RGB値を囲む不規則テーブルの色信号を、各格子点について求める。ここで、1つの格子点につき8つの色信号を選択する。なお、この8つの色信号を、以下、「色の組み」と呼ぶ。

【0168】

補間による規則テーブルの生成では、色の組みを補間することにより、色の組みの間の色信号を多数生成する。そして、その中から、格子RGB値に最も近い色信号を選択する。色の組みの選択を登録対象の全ての格子点について行うことにより、各格子RGB値に対するL*a*b*値を算出することができる。なお、不規則テーブルに登録されている色信号を用いただけでは、登録対象の全ての格子点を包囲することは限らないため、通常、L*a*b*値を算出できない格子RGB値がある。ここで、規則テーブルに登録するRGB値の範囲を0 R 256、0 G 256、0 B 256とし、格子間隔が16の格子点に対応する格子RGB値を登録するものとする、格子RGB値(Rgrid、Ggrid、Bgrid)は、

40

Rgrid = Rnum · 16 . . . (4)

Ggrid = Gnum · 16 . . . (5)

Bgrid = Bnum · 16 . . . (6)

により算出できる。ここで、Rnum, Gnum, BnumはRGB番号で、それぞれ0~16の整数値である。

【0169】

50

外挿による規則テーブルの追加では、生成した規則テーブルの値を外挿することにより、登録対象の全ての格子RGB値に対する $L^* a^* b^*$ 値を算出する。

以下、各ステップについて、より詳細に説明する。

【0170】

色の組の作成では、規則テーブルとして生成する格子RGB値に順次着目する。そして、この格子RGB値の周囲の8個の色信号(ターゲットのスキヤナ入力値と測色値)を色の組みとして選択する。

【0171】

図20は、本発明の一実施例に係わる色信号選択方法をRGB空間上で2次元的に示す図である。

図20において、不規則テーブルに登録されているRGB値が、色空間上の点P1~P16に分布しているものとする。そして、規則テーブルに登録する格子点K1の格子RGB値が、補間対象として入力されたものとする。ここで、格子点K1の格子RGB値は不規則テーブルに登録されていないので、不規則テーブルに登録されている点P1~P16のRGB値の中から、格子点K1を包囲する点P1、P2、P5、P10のRGB値を選択する。そして、選択された点P1、P2、P5、P10のRGB値を用いて重み演算を行うことにより、格子点K1の格子RGB値を補間する。

【0172】

格子点K1を包囲する4つの点P1、P2、P5、P10を選択するには、格子点K1を通り、互いに直交する直線L1、L2で、点P1~P16が分布している色空間を分割する。この分割により、色空間上に4つの領域1~4が生成される。そして、領域1から格子点K1に最も近い点P1を選択し、領域2から格子点K1に最も近い点P2を選択し、領域3から格子点K1に最も近い点P10を選択し、領域4から格子点K1に最も近い点P5を選択する。この結果、格子点K1は4つの点P1、P2、P5、P10により確実に包囲され、分割により得られた4つの領域1~4から色信号を1つずつ選択するだけで、色空間上に不規則に分布しているP1~P16の中から、格子点K1を包囲する4つの点P1、P2、P5、P10を取り出すことが可能となる。

【0173】

なお、全ての格子点を順次選択する際に、色再現範囲の境界に近いために格子点を包囲する8個の色信号を選択できない場合、その格子点については8色の組は選択できなかったものとする。例えば、図20では、格子番号が(2,1)の格子点の周囲には色信号が登録されていないため、格子番号が(2,1)の格子点を包囲する色信号を選択できない。

【0174】

このように、全ての格子点を順次選択しながら、格子点を基準に平面を4領域に分割し、各領域について格子点と最も距離の小さい色信号を選択することにより、格子点の周囲の4つの点でその格子点を確実に包囲することが可能となる。

【0175】

なお、図20では、2次元的に示したため、4個の色信号が選択されるが、3次元空間では8個の色信号を選択する。

以下、色の組の作成アルゴリズムを順を追って説明する。

【0176】

まず、初期化として、不規則テーブルに登録されているRGB値及び $L^* a^* b^*$ 値(ターゲットの色)を配列に設定する。

すなわち、不規則テーブルに登録されているRGB値及び $L^* a^* b^*$ 値を $L_{in}[k]$ 、 $a_{in}[k]$ 、 $b_{in}[k]$ 、 $R_{in}[k]$ 、 $G_{in}[k]$ 、 $B_{in}[k]$ に設定する。ここで、色番号kは、 $0 \leq k < \text{色数}$ である。

【0177】

次に、格子番号を順次指定することにより、RGB空間の格子点の色信号を順次選択する。

すなわち、(4)~(6)式により、 R_{grid} の値、 G_{grid} の値及び B_{grid} の

10

20

30

40

50

値を順次設定する。

【0178】

次に、各格子点を中心にRGB空間を8つの領域に分け、各領域の中で格子点との距離が最も近い不規則テーブルの色信号を選択する。

すなわち、 $0 \leq i < \text{色数}$ について、 R_{grid} の値、 G_{grid} の値及び B_{grid} の値を基準として、 $(R_{in}[k], G_{in}[k], B_{in}[k])$ を8つの領域に分類し、各領域に分類された $(R_{in}[i], G_{in}[i], B_{in}[i])$ の中で、格子点との距離が最も小さい色番号 i を $num0 \sim num7$ に格納する。

【0179】

数式で示すと以下のようなになる。

- (1) $R_{in}[i] \leq R_{grid}$ 、 $G_{in}[i] \leq G_{grid}$ 、 $B_{in}[i] \leq B_{grid}$ の条件を満たす色番号 i を $num0$ に保存
- (2) $R_{in}[i] > R_{grid}$ 、 $G_{in}[i] \leq G_{grid}$ 、 $B_{in}[i] \leq B_{grid}$ の条件を満たす色番号 i を $num1$ に保存
- (3) $R_{in}[i] \leq R_{grid}$ 、 $G_{in}[i] > G_{grid}$ 、 $B_{in}[i] \leq B_{grid}$ の条件を満たす色番号 i を $num2$ に保存
- (4) $R_{in}[i] > R_{grid}$ 、 $G_{in}[i] \leq G_{grid}$ 、 $B_{in}[i] > B_{grid}$ の条件を満たす色番号 i を $num3$ に保存
- (5) $R_{in}[i] > R_{grid}$ 、 $G_{in}[i] > G_{grid}$ 、 $B_{in}[i] \leq B_{grid}$ の条件を満たす色番号 i を $num4$ に保存
- (6) $R_{in}[i] \leq R_{grid}$ 、 $G_{in}[i] > G_{grid}$ 、 $B_{in}[i] > B_{grid}$ の条件を満たす色番号 i を $num5$ に保存
- (7) $R_{in}[i] > R_{grid}$ 、 $G_{in}[i] \leq G_{grid}$ 、 $B_{in}[i] > B_{grid}$ の条件を満たす色番号 i を $num6$ に保存
- (8) $R_{in}[i] > R_{grid}$ 、 $G_{in}[i] > G_{grid}$ 、 $B_{in}[i] > B_{grid}$ の条件を満たす色番号 i を $num7$ に保存

なお、上記の $num0 \sim num7$ の全てが設定できた場合のみ、次のステップの補間による規則テーブルの生成を行い、設定できない色信号がある場合は、格子点の選択に戻る。

【0180】

図21は、本発明の第1実施例に係わる色の組の選択方法を示すフローチャートである。なお、図21のフローチャートでは、規則テーブルに登録するRGB値の範囲を、 $0 \leq R < 256$ 、 $0 \leq G < 256$ 、 $0 \leq B < 256$ とし、格子間隔が16の格子点に対応するRGB値を登録するものとする。このため、RGB番号 $(R_{num}, G_{num}, B_{num})$ は、 $0 \leq R_{num} < 16$ 、 $0 \leq G_{num} < 16$ 、 $0 \leq B_{num} < 16$ の範囲の整数値となる。

【0181】

図21において、まず、スキャナによる入力値と測色機による測色値を配列に設定する(ステップS71)。ここで、この配列に設定される色信号は、一般的に不規則なものとなり、配列の特定は、ターゲットの色に対応した色番号 k を指定することにより行うことができる。

【0182】

次に、RGB番号 $(R_{num}, G_{num}, B_{num})$ をそれぞれ0に設定する(ステップS72)。次に、RGB番号 $(R_{num}, G_{num}, B_{num})$ で特定される格子点を中心として、RGB空間を8つの領域に分割し(ステップS73)、分割された各領域について、格子点に最も近い色番号 k を特定する(ステップS74)。このことにより、RGB空間上で格子点の色を包囲するターゲットの8つの色を選択することができる。

【0183】

次に、RGB番号 $(R_{num}, G_{num}, B_{num})$ で特定された格子点について、その格子点の色を包囲するターゲットの8つの色を選択することができたかどうかを判断し(ステップS75)、格子点の色を包囲するターゲットの8つの色を選択することができた

10

20

30

40

50

場合、補間による規則テーブルの生成を行ってから（ステップS76）、次の格子点の選択を行う（ステップS77～ステップS84）。格子点の色を包囲するターゲットの8つの色を選択することができない場合、その格子点については補間による規則テーブルの生成を行わないようにして、次の格子点の選択を行う（ステップS77～ステップS84）。

【0184】

以下、RGB番号（Rnum, Gnum, Bnum）がそれぞれ16に達するまで、RGB番号（Rnum, Gnum, Bnum）をそれぞれを1ずつ増加させる（ステップS77～ステップS84）。この結果、RGB空間に生成される $17 \times 17 \times 17$ 個の格子点のうち、ターゲットの8つの色で包囲される格子点について、 $L^* a^* b^*$ 値を規則テーブルに登録することができる。

10

【0185】

補間による規則テーブルの生成では、色の組み合わせを補間することにより、新たな色信号の対応関係を多数作成し、作成した色信号の中から、RGB空間の格子点に近いRGB値に対応する $L^* a^* b^*$ 値を登録する。

【0186】

なお、作成するデータは、格子点のRGB番号（Rnum, Gnum, Bnum）に対応する $L^* a^* b^*$ 値であるので、実際の作成データ形式は、

L [Rnum] [Gnum] [Bnum]、
a [Rnum] [Gnum] [Bnum]、
b [Rnum] [Gnum] [Bnum]、
という3次元配列となる。

20

【0187】

以下、補間による規則テーブルの生成アルゴリズムを順を追って説明する。

まず、補間で作成する色の間隔を設定する。これは、補間で多数の色を生成する際に、補間点を極端に多く作成しても、使用されない補間点が多数発生して無駄となるので、補間で作成する色の生成間隔を制御することにより、補間を効率的に行うようにするためである。

【0188】

図22は、本発明の第1実施例に係わるRGB空間と $L^* a^* b^*$ 空間との分割方法を示す図である。図22の例では、RGB空間で概ね等間隔になるように補間で作成する色の生成間隔を設定するようにしている。

30

【0189】

図22において、色票をスキャナで読み取った時に得られたRGB値が、RGB空間上の点P1～P9に分布し、色票を測色機で測色した時に得られた $L^* a^* b^*$ 値が、 $L^* a^* b^*$ 空間上の点Q1～Q9に分布しているものとする。ここで、点P1～P9はそれぞれ点Q1～Q9に対応しているものとする。そして、点P1～P9はRGB空間上で不規則に分布し、この不規則な分布を規則的な分布にするため、RGB空間上の格子点K1～K16に対応する $L^* a^* b^*$ 値を求めるものとする。

40

【0190】

RGB空間上の格子点K1～K5、K8、K9、16、K12～K16については、格子点K1～K5、K8、K9、16、K12～K16を包囲する実測点が得られなかったため、補間による規則テーブルの生成の対象外となる。

【0191】

RGB空間上の格子点K6が、補間による規則テーブルの生成の対象となった場合、格子点K6を中心としてRGB空間を分割し、格子点K6に最も近い点P1、P2、P4、P5を、分割されたRGB空間からそれぞれ選択する。点P1、P2、P4、P5が選択されると、点P1、P2、P4、P5で包囲される領域に、RGB空間上でほぼ等間隔になるように補間点を生成する。

【0192】

50

そして、点 P 1、P 2、P 4、P 5 で包囲される領域に生成された補間点の中から、格子点 K 6 に最も近い補間点 R 1 を検出する。補間点 R 1 が検出されると、RGB 空間上の点 P 1、P 2、P 4、P 5 に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の点 Q 1、Q 2、Q 4、Q 5 に対し、補間点 R 1 を生成する時に使用した重み係数を適用して、RGB 空間上の補間点 R 1 に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点 S 1 を算出する。そして、RGB 空間上の格子点 K 6 の格子番号に対応させて、 $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点 S 1 の $L^* a^* b^*$ 値を規則テーブルに登録する。

【0193】

RGB 空間上の格子点 K 7 が、補間による規則テーブルの生成の対象となった場合、格子点 K 7 を中心として RGB 空間を分割し、格子点 K 7 に最も近い点 P 2、P 3、P 5、P 6 を、分割された RGB 空間からそれぞれ選択する。点 P 2、P 3、P 5、P 6 が選択されると、点 P 2、P 3、P 5、P 6 で包囲される領域に、RGB 空間上でほぼ等間隔になるように補間点を生成する。

10

そして、点 P 2、P 3、P 5、P 6 で包囲される領域に生成された補間点の中から、格子点 K 7 に最も近い補間点 R 2 を検出する。補間点 R 2 が検出されると、RGB 空間上の点 P 2、P 3、P 5、P 6 に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の点 Q 2、Q 3、Q 5、Q 6 に対し、補間点 R 2 を生成する時に使用した重み係数を適用して、RGB 空間上の補間点 R 2 に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点 S 2 を算出する。そして、RGB 空間上の格子点 K 7 の格子番号に対応させて、 $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点 S 2 の $L^* a^* b^*$ 値を規則テーブルに登録する。

20

【0194】

RGB 空間上の格子点 K 10 が、補間による規則テーブルの生成の対象となった場合、格子点 K 10 を中心として RGB 空間を分割し、格子点 K 10 に最も近い点 P 4、P 5、P 7、P 8 を、分割された RGB 空間からそれぞれ選択する。点 P 4、P 5、P 7、P 8 が選択されると、点 P 4、P 5、P 7、P 8 で包囲される領域に、RGB 空間上でほぼ等間隔になるように補間点を生成する。

【0195】

そして、点 P 4、P 5、P 7、P 8 で包囲される領域に生成された補間点の中から、格子点 K 10 に最も近い補間点 R 3 を検出する。補間点 R 3 が検出されると、RGB 空間上の点 P 4、P 5、P 7、P 8 に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の点 Q 4、Q 5、Q 7、Q 8 に対し、補間点 R 3 を生成する時に使用した重み係数を適用して、RGB 空間上の補間点 R 3 に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点 S 3 を算出する。そして、RGB 空間上の格子点 K 10 の格子番号に対応させて、 $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点 S 3 の $L^* a^* b^*$ 値を規則テーブルに登録する。

30

【0196】

RGB 空間上の格子点 K 11 が、補間による規則テーブルの生成の対象となった場合、格子点 K 11 を中心として RGB 空間を分割し、格子点 K 11 に最も近い点 P 5、P 6、P 8、P 9 を、分割された RGB 空間からそれぞれ選択する。点 P 5、P 6、P 8、P 9 が選択されると、点 P 5、P 6、P 8、P 9 で包囲される領域に、RGB 空間上でほぼ等間隔になるように補間点を生成する。

40

【0197】

そして、点 P 5、P 6、P 8、P 9 で包囲される領域に生成された補間点の中から、格子点 K 11 に最も近い補間点 R 4 を検出する。補間点 R 4 が検出されると、RGB 空間上の点 P 5、P 6、P 8、P 9 に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の点 Q 5、Q 6、Q 8、Q 9 に対し、補間点 R 4 を生成する時に使用した重み係数を適用して、RGB 空間上の補間点 R 4 に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点 S 4 を算出する。そして、RGB 空間上の格子点 K 11 の格子番号に対応させて、 $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点 S 4 の $L^* a^* b^*$ 値を規則テーブルに登録する。

【0198】

なお、RGB 空間上でほぼ等間隔になるように、色の組として選択された色信号で囲まれ

50

る範囲内に補間点を生成したため、 $L^* a^* b^*$ 空間上でRGB値に対応する補間点の分布は、特定の領域に片寄ったものとなる。

【0199】

図23は、本発明の第2実施例に係わるRGB空間と $L^* a^* b^*$ 空間との分割方法を示す図である。図23の例では、 $L^* a^* b^*$ 空間で概ね等間隔になるように補間で作成する色の生成間隔を設定するようにしている。

【0200】

図23において、色票をスキャナで読み取った時に得られたRGB値が、RGB空間上の点P1～P9に分布し、色票を測色機で測色した時に得られた $L^* a^* b^*$ 値が、 $L^* a^* b^*$ 空間上の点Q1～Q9に分布しているものとする。ここで、点P1～P9はそれぞれ点Q1～Q9に対応しているものとする。そして、点P1～P9はRGB空間上で不規則に分布し、この不規則な分布を規則的な分布にするため、RGB空間上の格子点K1～K16に対応する $L^* a^* b^*$ 値を求めるものとする。

10

【0201】

RGB空間上の格子点K1～K5、K8、K9、16、K12～K16については、格子点K1～K5、K8、K9、16、K12～K16を包囲する実測点が得られなかったため、補間による規則テーブルの生成の対象外となる。

【0202】

RGB空間上の格子点K6が、補間による規則テーブルの生成の対象となった場合、格子点K6を中心としてRGB空間を分割し、格子点K6に最も近い点P1、P2、P4、P5を、分割されたRGB空間からそれぞれ選択する。点P1、P2、P4、P5が選択されると、点P1、P2、P4、P5で包囲される領域に、 $L^* a^* b^*$ 空間上でほぼ等間隔になるように補間点を生成する。ここで、 $L^* a^* b^*$ 空間上でほぼ等間隔になるように、点P1、P2、P4、P5で包囲される領域に補間点を生成するには、 $L^* a^* b^*$ 空間上の点Q1、Q2、Q4、Q5の配置状態に基づいて、RGB空間上に補間点を生成するときの重み係数を設定する。

20

【0203】

そして、点P1、P2、P4、P5で包囲される領域に生成された補間点の中から、格子点K6に最も近い補間点R1を検出する。補間点R1が検出されると、RGB空間上の点P1、P2、P4、P5に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の点Q1、Q2、Q4、Q5に対し、補間点R1を生成する時に使用した重み係数を適用して、RGB空間上の補間点R1に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点S1を算出する。そして、RGB空間上の格子点K6の格子番号に対応させて、 $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点S1の $L^* a^* b^*$ 値を規則テーブルに登録する。

30

【0204】

RGB空間上の格子点K7が、補間による規則テーブルの生成の対象となった場合、格子点K7を中心としてRGB空間を分割し、格子点K7に最も近い点P2、P3、P5、P6を、分割されたRGB空間からそれぞれ選択する。点P2、P3、P5、P6が選択されると、点P2、P3、P5、P6で包囲される領域に、 $L^* a^* b^*$ 空間上でほぼ等間隔になるように補間点を生成する。ここで、 $L^* a^* b^*$ 空間上でほぼ等間隔になるように、点P2、P3、P5、P6で包囲される領域に補間点を生成するには、 $L^* a^* b^*$ 空間上の点Q2、Q3、Q5、Q6の配置状態に基づいて、RGB空間上に補間点を生成するときの重み係数を設定する。

40

【0205】

そして、点P2、P3、P5、P6で包囲される領域に生成された補間点の中から、格子点K7に最も近い補間点R2を検出する。補間点R2が検出されると、RGB空間上の点P2、P3、P5、P6に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の点Q2、Q3、Q5、Q6に対し、補間点R2を生成する時に使用した重み係数を適用して、RGB空間上の補間点R2に対応する $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点S2を算出する。そして、RGB空間上の格子点K7の格子番号に対応させて、 $L^* a^* b^*$ 空間上の補間点S2の $L^* a^* b^*$ 値を規則

50

テーブルに登録する。

【0206】

RGB空間上の格子点K10が、補間による規則テーブルの生成の対象となった場合、格子点K10を中心としてRGB空間を分割し、格子点K10に最も近い点P4、P5、P7、P8を、分割されたRGB空間からそれぞれ選択する。点P4、P5、P7、P8が選択されると、点P4、P5、P7、P8で包囲される領域に、 $L^*a^*b^*$ 空間上でほぼ等間隔になるように補間点を生成する。ここで、 $L^*a^*b^*$ 空間上でほぼ等間隔になるように、点P4、P5、P7、P8で包囲される領域に補間点を生成するには、 $L^*a^*b^*$ 空間上の点Q4、Q5、Q7、Q8の配置状態に基づいて、RGB空間上に補間点を生成するときの重み係数を設定する。

10

【0207】

そして、点P4、P5、P7、P8で包囲される領域に生成された補間点の中から、格子点K10に最も近い補間点R3を検出する。補間点R3が検出されると、RGB空間上の点P4、P5、P7、P8に対応する $L^*a^*b^*$ 空間上の点Q4、Q5、Q7、Q8に対し、補間点R3を生成する時に使用した重み係数を適用して、RGB空間上の補間点R3に対応する $L^*a^*b^*$ 空間上の補間点S3を算出する。そして、RGB空間上の格子点K10の格子番号に対応させて、 $L^*a^*b^*$ 空間上の補間点S3の $L^*a^*b^*$ 値を規則テーブルに登録する。

【0208】

RGB空間上の格子点K11が、補間による規則テーブルの生成の対象となった場合、格子点K11を中心としてRGB空間を分割し、格子点K11に最も近い点P5、P6、P8、P9を、分割されたRGB空間からそれぞれ選択する。点P5、P6、P8、P9が選択されると、点P5、P6、P8、P9で包囲される領域に、 $L^*a^*b^*$ 空間上でほぼ等間隔になるように補間点を生成する。ここで、 $L^*a^*b^*$ 空間上でほぼ等間隔になるように、点P5、P6、P8、P9で包囲される領域に補間点を生成するには、 $L^*a^*b^*$ 空間上の点Q5、Q6、Q8、Q9の配置状態に基づいて、RGB空間上に補間点を生成するときの重み係数を設定する。

20

【0209】

そして、点P5、P6、P8、P9で包囲される領域に生成された補間点の中から、格子点K11に最も近い補間点R4を検出する。補間点R4が検出されると、RGB空間上の点P5、P6、P8、P9に対応する $L^*a^*b^*$ 空間上の点Q5、Q6、Q8、Q9に対し、補間点R4を生成する時に使用した重み係数を適用して、RGB空間上の補間点R4に対応する $L^*a^*b^*$ 空間上の補間点S4を算出する。そして、RGB空間上の格子点K11の格子番号に対応させて、 $L^*a^*b^*$ 空間上の補間点S4の $L^*a^*b^*$ 値を規則テーブルに登録する。

30

【0210】

なお、 $L^*a^*b^*$ 空間上でほぼ等間隔になるように、色の組として選択された色信号で囲まれる範囲内に補間点を生成したため、RGB空間上で $L^*a^*b^*$ 値に対応する補間点の分布は、特定の領域に片寄ったものとなる。

【0211】

図24は、本発明の一実施例に係わる選択された点を3次元の色空間上で示す図である。図24において、入力された3次元空間上の点Pに対し、点Pを包囲する8個の点P0～P7が選択されている。そして、8個の点P0～P7で包囲される領域に補間点を生成するものとする、点P0～P7を頂点とする6面体の対角線の長さを評価することにより、補間点の生成間隔を決定する。

40

【0212】

すなわち、点P0と点P7との間の距離、点P1と点P5との間の距離、点P2と点P6との間の距離及び点P3と点P4との間の距離を、3次元空間上の各成分についてそれぞれ求める。そして、点P0と点P7との間の距離、点P1と点P5との間の距離、点P2と点P6との間の距離及び点P3と点P4との間の距離の中の最小値に基づいて、3

50

次元空間上の各成分の生成間隔とする。

【0213】

以下、数式を用いて示す。なお、ここでは、RGB空間よりも人間の感覚に合った $L^*a^*b^*$ 空間で概ね等間隔になるように補間点の生成間隔を設定する。まず、色の組の選択で設定された $num0 \sim num7$ の Lab 値は、以下の式で求めることができる。

【0214】

$$L_0 = Lin[num0], a_0 = ain[num0], b_0 = bin[num0] \quad \dots (7)$$

$$L_1 = Lin[num1], a_1 = ain[num1], b_1 = bin[num1] \quad \dots (8) \quad 10$$

$$L_2 = Lin[num2], a_2 = ain[num2], b_2 = bin[num2] \quad \dots (9)$$

$$L_3 = Lin[num3], a_3 = ain[num3], b_3 = bin[num3] \quad \dots (10)$$

$$L_4 = Lin[num4], a_4 = ain[num4], b_4 = bin[num4] \quad \dots (11)$$

$$L_5 = Lin[num5], a_5 = ain[num5], b_5 = bin[num5] \quad \dots (12)$$

$$L_6 = Lin[num6], a_6 = ain[num6], b_6 = bin[num6] \quad \dots (13) \quad 20$$

$$L_7 = Lin[num7], a_7 = ain[num7], b_7 = bin[num7] \quad \dots (14)$$

次に、(7)～(14)式の Lab 値で包囲される6面体の対角線の L 成分、a 成分及び b 成分の長さの最小値は、以下のように求めることができる。

【0215】

$$\begin{aligned}
 \text{L i n t 0} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 0} - \text{L 7})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 0} - \text{a 7})^2 + (\text{b 0} - \text{b 7})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{L i n t 1} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 1} - \text{L 5})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 1} - \text{a 5})^2 + (\text{b 1} - \text{b 5})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{L i n t 2} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 2} - \text{L 6})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 2} - \text{a 6})^2 + (\text{b 2} - \text{b 6})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{L i n t 3} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 3} - \text{L 4})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 3} - \text{a 4})^2 + (\text{b 3} - \text{b 4})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{L i n t} &= \text{L i n t 0} \sim \text{L i n t 3} \text{の最小値} \quad \cdot \cdot \cdot (15)
 \end{aligned}$$

(ただし、0の場合は1とする)

$$\begin{aligned}
 \text{a i n t 0} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 0} - \text{L 7})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 0} - \text{a 7})^2 + (\text{b 0} - \text{b 7})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{a i n t 1} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 1} - \text{L 5})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 1} - \text{a 5})^2 + (\text{b 1} - \text{b 5})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{a i n t 2} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 2} - \text{L 6})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 2} - \text{a 6})^2 + (\text{b 2} - \text{b 6})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{a i n t 3} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 3} - \text{L 4})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 3} - \text{a 4})^2 + (\text{b 3} - \text{b 4})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{a i n t} &= \text{a i n t 0} \sim \text{a i n t 3} \text{の最小値}
 \end{aligned}$$

(ただし、0の場合は1とする) $\cdot \cdot \cdot (16)$

$$\begin{aligned}
 \text{b i n t 0} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 0} - \text{L 7})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 0} - \text{a 7})^2 + (\text{b 0} - \text{b 7})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{b i n t 1} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 1} - \text{L 5})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 1} - \text{a 5})^2 + (\text{b 1} - \text{b 5})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{b i n t 2} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 2} - \text{L 6})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 2} - \text{a 6})^2 + (\text{b 2} - \text{b 6})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{b i n t 3} &= (\text{i n t}) \quad (\text{W} / \text{s q r t} \left((\text{L 3} - \text{L 4})^2 \right. \\
 &\quad \left. + (\text{a 3} - \text{a 4})^2 + (\text{b 3} - \text{b 4})^2 \right) + 0.5) \\
 \text{b i n t} &= \text{b i n t 0} \sim \text{b i n t 3} \text{の最小値} \quad \cdot \cdot \cdot (17)
 \end{aligned}$$

(ただし、0の場合は1とする)

ここで、Wはあらかじめ設定された値で、ここでは、32とする。

【0216】

そして、(15)～(17)式により求めたL i n t、a i n t、b i n tを補間点の生成間隔とすることができる。

次に、新たな色信号のRGB値(R n e w , G n e w , B n e w)を補間により算出する

。この補間による新たな色信号の作成では、一辺の長さがWの立方体を、(15)~(17)式により設定した間隔(Lint、aint、bint)で8つの立方体に分割する。そして、分割して得られた立方体の体積を、色の組みとして選択された8個の色信号の重み係数とすることにより、補間点を生成する。

【0217】

図25は、本発明の一実施例に係わる立方体補間で使用する重み係数の算出方法を説明する図である。

図25において、一辺がWの立方体の内部の、 $0 \leq Lw < W$ 、 $0 \leq aw < W$ 、 $0 \leq bw < W$ の範囲で、LwについてはLint間隔、awについてはaint間隔、bwについてはbint間隔の全ての組み合わせの値(Lw, aw, bw)の点Oを設定し、この点Oを通る平面で一辺がWの立方体を分割する。この時、分割後の立方体の体積V(0, 0, 0)、V(1, 0, 0)、V(0, 1, 0)、V(0, 0, 1)、V(0, 1, 1)、V(1, 0, 1)、V(1, 1, 0)、V(1, 1, 1)は、以下の式で与えられる。

【0218】

$$V(0, 0, 0) = (W - Lw) \cdot (W - aw) \cdot (W - bw) \cdot \dots \quad (18)$$

$$V(1, 0, 0) = Lw \cdot (W - aw) \cdot (W - bw) \cdot \dots \quad (19)$$

$$V(0, 1, 0) = (W - Lw) \cdot aw \cdot (W - bw) \cdot \dots \quad (20)$$

$$V(0, 0, 1) = (W - Lw) \cdot (W - aw) \cdot bw \cdot \dots \quad (21)$$

$$V(0, 1, 1) = (W - Lw) \cdot aw \cdot bw \cdot \dots \quad (22)$$

$$V(1, 0, 1) = Lw \cdot (W - aw) \cdot bw \cdot \dots \quad (23)$$

$$V(1, 1, 0) = Lw \cdot aw \cdot (W - bw) \cdot \dots \quad (24)$$

$$V(1, 1, 1) = Lw \cdot aw \cdot bw \cdot \dots \quad (25)$$

また、色の組として選択された8つの色信号のRGB値(R0、G0、B0)~(R7、G7、B7)は、以下の式で与えられる。

【0219】

$$R0 = Rin[num0]、G0 = Gin[num0]、B0 = Bin[num0] \cdot \dots \quad (26)$$

$$R1 = Rin[num1]、G1 = Gin[num1]、B1 = Bin[num1] \cdot \dots \quad (27)$$

$$R2 = Rin[num2]、G2 = Gin[num2]、B2 = Bin[num2] \cdot \dots \quad (28)$$

$$R3 = Rin[num3]、G3 = Gin[num3]、B3 = Bin[num3] \cdot \dots \quad (29)$$

$$R4 = Rin[num4]、G4 = Gin[num4]、B4 = Bin[num4] \cdot \dots \quad (30)$$

$$R5 = Rin[num5]、G5 = Gin[num5]、B5 = Bin[num5] \cdot \dots \quad (31)$$

$$R6 = Rin[num6]、G6 = Gin[num6]、B6 = Bin[num6] \cdot \dots \quad (32)$$

$$R7 = Rin[num7]、G7 = Gin[num7]、B7 = Bin[num7] \cdot \dots \quad (33)$$

(26)~(33)式の色組として選択された8つの色信号のRGB値に対し、(18)~(25)式の重み係数をそれぞれかけ合わせるにより、補間による新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)は、以下のように求めることができる。

【0220】

$$\begin{aligned}
 R_{new} = & (R_0 \cdot V(0, 0, 0) + R_1 \cdot V(1, 0, 0) \\
 & + R_2 \cdot V(0, 1, 0) + R_3 \cdot V(0, 0, 1) \\
 & + R_4 \cdot V(1, 1, 0) + R_5 \cdot V(0, 1, 1) \\
 & + R_6 \cdot V(1, 0, 1) + R_7 \cdot V(1, 1, 1)) \\
 & / (W \cdot W \cdot W) \quad \dots (34)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_{new} = & (G_0 \cdot V(0, 0, 0) + G_1 \cdot V(1, 0, 0) \\
 & + G_2 \cdot V(0, 1, 0) + G_3 \cdot V(0, 0, 1) \\
 & + G_4 \cdot V(1, 1, 0) + G_5 \cdot V(0, 1, 1) \\
 & + G_6 \cdot V(1, 0, 1) + G_7 \cdot V(1, 1, 1)) \\
 & / (W \cdot W \cdot W) \quad \dots (35)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_{new} = & (B_0 \cdot V(0, 0, 0) + B_1 \cdot V(1, 0, 0) \\
 & + B_2 \cdot V(0, 1, 0) + B_3 \cdot V(0, 0, 1) \\
 & + B_4 \cdot V(1, 1, 0) + B_5 \cdot V(0, 1, 1) \\
 & + B_6 \cdot V(1, 0, 1) + B_7 \cdot V(1, 1, 1)) \\
 & / (W \cdot W \cdot W) \quad \dots (36)
 \end{aligned}$$

(34) ~ (36) 式の演算を、 $0 \leq L_w \leq W, 0 \leq a_w \leq W, 0 \leq b_w \leq W$ の範囲で、 L_w については L_{int} 間隔、 a_w については a_{int} 間隔、 b_w については b_{int} 間隔で繰り返すことにより、色の組として選択された 8 つの色信号で囲まれる範囲内に複数の補間点が生成される。

【0221】

次に、データ仮設定を行う。

このデータ仮設定では、(34) ~ (36) 式により求めた補間による新たな色信号の RGB 値 ($R_{new}, G_{new}, B_{new}$) と、(4) ~ (6) 式により求めた格子点の格子 RGB 値 ($R_{grid}, G_{grid}, B_{grid}$) とを比較する。そして、補間により生成した新たな色信号の中から格子点に最も近いもの検出し、この検出された色信号を生成する時に用いた値 (L_w, a_w, b_w) を検出する。

【0222】

すなわち、以下の式で、距離の二乗 $diff$ を算出する。

$$\begin{aligned}
 diff = & (R_{grid} - R_{new})^2 \\
 & + (G_{grid} - G_{new})^2 + (B_{grid} - B_{new})^2 \\
 & \dots (37)
 \end{aligned}$$

そして、格子番号 ($R_{num}, G_{num}, B_{num}$) の格子点に設定されたデータが無いか (初回のみ)、あるいは、新たに算出した距離の二乗 $diff$ が、すでに設定されている距離の二乗 $diff_{min}$ より小さければ、以下のようにデータを設定する。

【0223】

$$diff_{min} = diff \quad \dots (38)$$

$$L_{wmin} = L_w \quad \dots (39)$$

$$a_{wmin} = a_w \quad \dots (40)$$

$$b_{wmin} = b_w \quad \dots (41)$$

次に、データ設定を行う。

【0224】

10

20

30

40

50

このデータ設定では、データ仮設定までの繰り返し処理が終了したら、(39)~(41)式により求めた L_{wmin} , a_{wmin} , b_{wmin} を用いることにより、 $L[Rnum][Gnum][Bnum]$ 、 $a[Rnum][Gnum][Bnum]$ 、 $b[Rnum][Gnum][Bnum]$ を算出する。

【0225】

すなわち、一辺が W の立方体を分割する時の基準となる値 (L_w , a_w , b_w) を以下のように設定する。

$$L_w = L_{wmin} \quad \dots (42)$$

$$a_w = a_{wmin} \quad \dots (43)$$

$$b_w = b_{wmin} \quad \dots (44)$$

10

そして、(42)~(44)式により設定された値 (L_w , a_w , b_w) を用いて、立方体の体積 $V(0, 0, 0)$ 、 $V(1, 0, 0)$ 、 $V(0, 1, 0)$ 、 $V(0, 0, 1)$ 、 $V(0, 1, 1)$ 、 $V(1, 0, 1)$ 、 $V(1, 1, 0)$ 、 $V(1, 1, 1)$ を、(18)~(25)式により求める。

【0226】

次に、(7)~(14)式の色の組として選択された8つの色信号に対応する $L^* a^* b^*$ 値に対し、(18)~(25)式により求めた重み係数をそれぞれかけ合わせるにより、格子番号 ($Rnum$, $Gnum$, $Bnum$) の格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 値を、以下の式で求めることができる。

【0227】

20

$$\begin{aligned} &L[Rnum][Gnum][Bnum] \\ &= (L_0 \cdot V(0, 0, 0) + L_1 \cdot V(1, 0, 0) \\ &\quad + L_2 \cdot V(0, 1, 0) + L_3 \cdot V(0, 0, 1) \\ &\quad + L_4 \cdot V(1, 1, 0) + L_5 \cdot V(0, 1, 1) \\ &\quad + L_6 \cdot V(1, 0, 1) + L_7 \cdot V(1, 1, 1)) \\ &\quad / (W \cdot W \cdot W) \quad \dots (45) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &a[Rnum][Gnum][Bnum] \quad \dots (46) \\ &= (a_0 \cdot V(0, 0, 0) + a_1 \cdot V(1, 0, 0) \\ &\quad + a_2 \cdot V(0, 1, 0) + a_3 \cdot V(0, 0, 1) \\ &\quad + a_4 \cdot V(1, 1, 0) + a_5 \cdot V(0, 1, 1) \\ &\quad + a_6 \cdot V(1, 0, 1) + a_7 \cdot V(1, 1, 1)) \\ &\quad / (W \cdot W \cdot W) \end{aligned}$$

30

$$\begin{aligned} &b[Rnum][Gnum][Bnum] \quad \dots (47) \\ &= (b_0 \cdot V(0, 0, 0) + b_1 \cdot V(1, 0, 0) \\ &\quad + b_2 \cdot V(0, 1, 0) + b_3 \cdot V(0, 0, 1) \\ &\quad + b_4 \cdot V(1, 1, 0) + b_5 \cdot V(0, 1, 1) \\ &\quad + b_6 \cdot V(1, 0, 1) + b_7 \cdot V(1, 1, 1)) \\ &\quad / (W \cdot W \cdot W) \end{aligned}$$

40

図26は、本発明の第1実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャートである。なお、図26のフローチャートでは、一辺が32の立方体を分割する時の基準となる値 (L_w , a_w , b_w) を、 L_w が L_{int} 間隔、 a_w が a_{int} 間隔、

50

bw が $bint$ 間隔で設定した場合について示している。

【0228】

図26において、まず、(15)~(17)式により、色作成間隔($Lint$ 、 $aint$ 、 $bint$)を設定する(ステップS91)。

次に、一辺が32の立方体を分割する時の基準となる値(Lw 、 aw 、 bw)をそれぞれ0に設定する(ステップS92)。

【0229】

次に、値(Lw 、 aw 、 bw)を基準として立方体を分割することにより、(18)~(25)式の重み係数を算出する。そして、(26)~(33)式により色の組として選択された8つの色信号のRGB値に対し、(18)~(25)式の重み係数をそれぞれかけ合わせるにより、補間による新たな色信号のRGB値($Rnew$ 、 $Gnew$ 、 $Bnew$)を算出する(ステップS93)。

10

【0230】

次に、ステップS93で求めた補間による新たな色信号のRGB値($Rnew$ 、 $Gnew$ 、 $Bnew$)と、(4)~(6)式により求めた格子点の格子RGB値($Rgrid$ 、 $Ggrid$ 、 $Bgrid$)との間の距離の二乗 $difff$ を算出する(ステップS94)。

【0231】

次に、格子番号($Rnum$ 、 $Gnum$ 、 $Bnum$)の格子点に設定されたデータが無いが、または、新たに算出した距離の二乗 $difff$ が、すでに設定されている距離の二乗 $difffmin$ より小さい場合(ステップS95)、立方体を分割する時の基準となる値(Lw 、 aw 、 bw)及び新たに算出した距離の二乗 $difff$ を格納する(ステップS96)。

20

【0232】

以下、立方体を分割する時の基準となる値(Lw 、 aw 、 bw)がそれぞれ32以上に達するまで、立方体を分割する時の基準となる値(Lw 、 aw 、 bw)をそれぞれ色作成間隔($Lint$ 、 $aint$ 、 $bint$)で増加させることにより(ステップS97~ステップS104)、新たな色信号のRGB値($Rnew$ 、 $Gnew$ 、 $Bnew$)を補間演算で算出する。

【0233】

次に、ステップS96で格納した値(Lw 、 aw 、 bw)を基準として立方体を分割することにより、(18)~(25)式の重み係数を算出する。そして、(7)~(14)式により色の組として選択された8つの色信号の $L^*a^*b^*$ 値に対し、(18)~(25)式の重み係数をそれぞれかけ合わせるにより、格子番号($Rnum$ 、 $Gnum$ 、 $Bnum$)の格子点に対応する $L^*a^*b^*$ 値を算出する(ステップS105)。

30

【0234】

以上により、実測で得られたRGB値の範囲内の格子点についての規則テーブルを生成することができる。

外挿による規則テーブルの追加では、格子点を順次選択しながら、補間による規則テーブルの生成で設定できなかった格子点を検出したら、設定済の格子点の色信号を外挿することにより、補間演算では生成できなかった格子点の色信号を生成する。ここで、補間演算または外挿演算で設定した格子点に対して、その外側の格子点の色信号を作成するという処理を繰り返すことで、色再現範囲全体の格子点に色信号を設定することができる。

40

【0235】

実際の処理では、まず、設定対象となる格子点を順次選択する。そして、この格子点にデータが設定されていなかった場合、その隣の格子点とさらにもう一つ隣の格子点の両方にデータが設定されているか調べる。この調査は、26方向について予め定められた順序で行う。そして、データが設定されていない格子点の隣の格子点とさらにもう一つ隣の格子点の両方にデータが設定されているものが検出されるまで継続する。この2つの格子点を検出されれば、この格子点に設定されている2つのデータを外挿して、選択した格子点のデータを生成する。

50

【0236】

以上の処理が、全ての格子点について一巡すると、設定済みの格子点の外側の1層分の格子点について、データの設定が行われる。この処理を何回も繰り返せば、外挿による格子点のデータの設定を何層でも行うことができ、最終的には、RGB空間の全ての格子点にデータを設定することができる。

その後、設定した $L^* a^* b^*$ 値が色再現範囲外の場合は、その $L^* a^* b^*$ 値をクリッピングする。例えば、設定した $L^* a^* b^*$ 値が(0 L 255, -128 a 127, -128 b 127)の範囲に入るようにする。

【0237】

図27は、外挿により格子点のRGB値を生成する方法を示す図である。

図27において、実測により得られたRGB値が色空間に分布しているものとする、補間演算で生成できる格子点のRGB値の範囲は、実測により得られたRGB値で囲まれる範囲の内側となる。これは、実測により得られたRGB値で囲まれる範囲の色信号の数を補間演算で増やし、この中の色信号から格子点の色信号を選択するためである。

【0238】

このため、実測により得られたRGB値で囲まれる範囲の色信号の数を補間演算で増やして、規則テーブルを生成しただけでは、機器の色信号の範囲全体の格子点についての規則テーブルを生成できないので、外挿演算で色信号を追加することにより、機器の色信号の範囲全体の格子点についての規則テーブルを生成できるようにする。

【0239】

例えば、実測で得られたRGB値の範囲内で外側に位置する2つの格子点K1、K2を用いて外挿することにより、実測で得られたRGB値の範囲外に格子点K3の色信号を算出することができる。すなわち、一番外側のデータ設定済みの格子点K2に対応する色信号を中心に、格子点K2から1つ内側の格子点K1に対応する色信号と対称な色信号を、格子点K3の色信号とすることができる。

【0240】

図28は、選択した格子点Oの隣の格子点K1～K26の位置を3次元空間で示す図である。

図28において、選択した格子点Oに対し、3次元空間での隣の格子点K1～K26は26個だけ存在している。このため、選択した格子点Oの隣の格子点K1～K26を選択するには、26通りの方向を調べる必要がある。

【0241】

図29は、補間により設定された格子点及び外挿により設定された格子点の分布を示す図である。

図29において、実測により得られたRGB値が境界Aの内側に分布しているものとする、境界Aの内側の格子点(黒丸)については、補間によりデータの設定が行われ、境界Aの外側の格子点(白丸)については、外挿によりデータの設定が行われる例を示している。外挿によりデータの設定を行う場合、データ設定済みの格子点に隣接するデータ未設定の格子点を検出する。そして、データ設定済みの格子点のデータを用いることにより、データ未設定の格子点のデータを算出する。

【0242】

例えば、RGB空間の格子点Pに対応する $L^* a^* b^*$ 値を求める場合、格子点Pに隣接する格子点P1と格子点P1のさらに隣に隣接する格子点P2とを取り出す。ここで、格子点P1に対応する $L^* a^* b^*$ 値と格子点P2に対応する $L^* a^* b^*$ 値とは、補間演算により算出されているものとする。そして、格子点P1に対応する $L^* a^* b^*$ 値と格子点P2に対応する $L^* a^* b^*$ 値とを用いることにより、格子点Pに対応する $L^* a^* b^*$ 値を算出する。

【0243】

以上の処理をRGB空間の全ての格子点に対して行うことにより、境界Bの内側の1層分

10

20

30

40

50

の格子点に $L^* a^* b^*$ 値を設定することができる。また、境界 B の内側の格子点のデータを用いて外挿することにより、境界 C の内側の 1 層分の格子点に $L^* a^* b^*$ 値を設定することができる。さらに、境界 C の内側の格子点のデータを用いて外挿することにより、境界 D の内側の 1 層分の格子点に $L^* a^* b^*$ 値を設定することができる。

【 0 2 4 4 】

図 3 0 は、図 2 9 の格子点 P に対応する $L^* a^* b^*$ 値を、外挿により算出する方法を説明する図である。

図 3 0 において、RGB 空間の格子点 P 1 は格子点 P に隣接し、RGB 空間の格子点 P 2 は格子点 P のさらに隣に隣接するものとする。また、RGB 空間の格子点 P 1 は $L^* a^* b^*$ 空間の点 Q 1 に対応し、RGB 空間の格子点 P 2 は $L^* a^* b^*$ 空間の点 Q 2 に対応しているものとする。さらに、点 Q 1 及び点 Q 2 の $L^* a^* b^*$ 値は補間演算に算出されているものとする。この時、格子点 P に対応する $L^* a^* b^*$ 値は、点 Q 1 に対して点 Q 2 と対称となっている点 Q の $L^* a^* b^*$ 値として求めることができる。

10

【 0 2 4 5 】

以下、外挿による規則テーブルの追加アルゴリズムを順を追って説明する。

まず、初期設定として、外挿設定済みフラグ = 0 に設定する。この外挿設定済みフラグは、機器の色信号の範囲全体の全ての格子点について、データが設定されたかどうかを判定するものである。すなわち、機器の色信号の範囲全体の全ての格子点を 1 回スキャンしただけでは、設定済みの格子点の外側の 1 層だけしかデータを設定できないので、機器の色信号の範囲全体の全ての格子点にデータを設定するには、機器の色信号の範囲全体の全ての格子点を何度もスキャンする必要がある。このため、機器の色信号の範囲全体の全ての格子点が選択されたかどうかを判断するだけでは、機器の色信号の範囲全体の全ての格子点について、データが設定されたかどうかを判別できないからである。

20

【 0 2 4 6 】

次に、格子番号 (R num , G num , B num) の格子点を、

0 R num < 1 7 , 0 G num < 1 7 , 0 B num < 1 7 の範囲の整数値の全ての組み合わせについて順次選択する。

【 0 2 4 7 】

そして、全ての格子点の選択が一巡したら、外挿設定済みフラグを調べ、外挿設定済みフラグ = 1 ならば、初期設定に戻り、外挿設定済みフラグ = 0 ならば、全ての処理を終了する。

30

【 0 2 4 8 】

次に、選択した格子番号 (R num , G num , B num) の格子点にデータが設定されていない場合のみ、以降の処理を継続し、選択した格子番号 (R num , G num , B num) の格子点にデータが設定されている場合は、次の格子点の選択を行う。

【 0 2 4 9 】

次に、以下の順序で、選択した格子番号 (R num , G num , B num) の格子点の隣とさらにもう一つ隣の格子点にデータが設定されているかを、2 6 通りの方向について調べる。そして、2 6 通りのいずれかの方向において、データが設定されているものが見つかった段階で、隣の格子点の RGB 番号を、

(R num 1 , G num 1 , B num 1) 、

さらに隣の格子点の RGB 番号を、

(R num 2 , G num 2 , B num 2)

とし、外挿演算処理へ進む。

40

【 0 2 5 0 】

なお、2 6 通りのいずれの方向においても、データが設定されているものが見つからなかった場合、次の格子点の選択を行う。

ここで、選択した格子点 O の隣の格子点 K 1 ~ K 2 6 の RGB 番号 (R num 1 , G num 1 , B num 1) 、及び選択した格子点 O のさらに隣の格子点の RGB 番号 (R num 2 , G num 2 , B num 2) を、選択した格子点 O の RGB 番号 (R num , G num

50

、 B n u m) を用いて表すと、以下の式になる。

- 1) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum+1, Gnum, Bnum) \quad (K1)$
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum+2, Gnum, Bnum)$
- 2) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum-1, Gnum, Bnum) \quad (K2)$
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum-2, Gnum, Bnum)$ 10
- 3) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum, Gnum+1, Bnum) \quad (K3)$
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum, Gnum+2, Bnum)$
- 4) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum, Gnum-1, Bnum1) \quad (K4)$
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum, Gnum-2, Bnum)$ 20
- 5) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum, Gnum, Bnum+1) \quad (K5)$
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum, Gnum, Bnum+2)$ 30
- 6) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum, Gnum, Bnum-1) \quad (K6)$
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum, Gnum, Bnum-2)$
- 7) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum+1, Gnum+1, Bnum) \quad (K7)$
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum+2, Gnum+2, Bnum)$ 40
- 8) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$

- $= (R_{num+1}, G_{num-1}, B_{num})$ (K8)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num+2}, G_{num-2}, B_{num})$
 9) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num-1}, G_{num+1}, B_{num})$ (K9)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num-2}, G_{num+2}, B_{num})$ 10
 10) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num-1}, G_{num-1}, B_{num})$ (K10)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num-2}, G_{num-2}, B_{num})$
 11) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num+1}, G_{num}, B_{num+1})$ (K11)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$ 20
 $= (R_{num+2}, G_{num}, B_{num+2})$
 12) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num+1}, G_{num}, B_{num-1})$ (K12)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num-2}, G_{num}, B_{num-2})$
 13) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num-1}, G_{num}, B_{num+1})$ (K13) 30
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num-2}, G_{num}, B_{num+2})$
 14) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num-1}, G_{num}, B_{num-1})$ (K14)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num-2}, G_{num}, B_{num-2})$
 15) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$ 40
 $= (R_{num}, G_{num+1}, B_{num+1})$ (K15)

- $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num}, G_{num+2}, B_{num+2})$
- 16) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num}, G_{num+1}, B_{num-1})$ (K16)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num}, G_{num+2}, B_{num-2})$
- 17) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$ 10
 $= (R_{num}, G_{num-1}, B_{num+1})$ (K17)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num}, G_{num-2}, B_{num+2})$
- 18) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num}, G_{num-1}, B_{num-1})$ (K18)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num}, G_{num-2}, B_{num-2})$ 20
- 19) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num+1}, G_{num+1}, B_{num+1})$ (K19)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num+2}, G_{num+2}, B_{num+2})$
- 20) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num+1}, G_{num+1}, B_{num-1})$ (K20)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$ 30
 $= (R_{num+2}, G_{num+2}, B_{num-2})$
- 21) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num+1}, G_{num-1}, B_{num+1})$ (K21)
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$
 $= (R_{num+2}, G_{num-2}, B_{num+2})$
- 22) $(R_{num1}, G_{num1}, B_{num1})$
 $= (R_{num+1}, G_{num-1}, B_{num-1})$ (K22) 40
 $(R_{num2}, G_{num2}, B_{num2})$

- $= (Rnum+2, Gnum-2, Bnum-2)$
 23) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum-1, Gnum+1, Bnum+1)$ (K23)
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum-2, Gnum+2, Bnum+2)$
 24) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum-1, Gnum+1, Bnum-1)$ (K24)
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum-2, Gnum+2, Bnum-2)$
 25) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum-1, Gnum-1, Bnum+1)$ (K25)
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum-2, Gnum-2, Bnum+2)$
 26) $(Rnum1, Gnum1, Bnum1)$
 $= (Rnum-1, Gnum-1, Bnum-1)$ (K26)
 $(Rnum2, Gnum2, Bnum2)$
 $= (Rnum-2, Gnum-2, Bnum-2)$

10

20

このように、選択した格子点Oの隣に相当する方向は26方向あるので、1)~26)の順序で順次調べる。なお、この順序は一例であって、この順序以外でもよい。

【0251】

次に、外挿演算処理では、補間により生成された規則テーブルを参照することにより、RGB番号(Rnum1、Gnum1、Bnum1)の格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 値、及びRGB番号(Rnum2、Gnum2、Bnum2)の格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 値を獲得する。そして、RGB番号(Rnum1、Gnum1、Bnum1)の格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 値を中心に、RGB番号(Rnum2、Gnum2、Bnum2)の格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 値と対称な $L^* a^* b^*$ 値を、以下の式により算出する。

30

【0252】

$$\begin{aligned}
 &L [Rnum] [Gnum] [Bnum] \\
 &= L [Rnum1] [Gnum1] [Bnum1] \cdot 2 \\
 &- L [Rnum2] [Gnum2] [Bnum2] \quad \dots (48) \\
 &a [Rnum] [Gnum] [Bnum] \\
 &= a [Rnum1] [Gnum1] [Bnum1] \cdot 2 \\
 &- a [Rnum2] [Gnum2] [Bnum2] \quad \dots (49) \\
 &b [Rnum] [Gnum] [Bnum] \\
 &= b [Rnum1] [Gnum1] [Bnum1] \cdot 2 \\
 &- b [Rnum2] [Gnum2] [Bnum2] \quad \dots (50)
 \end{aligned}$$

40

そして、(48)~(50)式により算出された、

$$\begin{aligned}
 &L [Rnum] [Gnum] [Bnum] \\
 &a [Rnum] [Gnum] [Bnum] \\
 &b [Rnum] [Gnum] [Bnum]
 \end{aligned}$$

をRGB番号(Rnum、Gnum、Bnum)の格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 値とし

50

て、規則テーブルに登録する。なお、この時、外挿設定済みフラグ = 1 に設定する。

【0253】

以上の処理により、全ての格子点についての $L^* a^* b^*$ 値を設定することができる。次に、全ての格子点の値を設定した後、以下の式により、 $L^* a^* b^*$ 値をクリッピングする。

【0254】

```

i f      0 > L   t h e n   L = 0
i f     1 0 0 < L   t h e n   L = 1 0 0
i f    - 1 2 8 > a   t h e n   a = - 1 2 8
i f     1 2 7 < a   t h e n   a = 1 2 7
i f    - 1 2 8 > b   t h e n   b = - 1 2 8
i f     1 2 7 < b   t h e n   b = 1 2 7

```

10

以上の処理により、補間演算に用いる色信号の選択のやり直しを行うことなく、規則テーブルを効率的に生成することができる。

【0255】

図31は、本発明の一実施例に係わる外挿処理を示すフローチャートである。

図31において、まず、初期設定として、外挿設定済みフラグを0に設定する（ステップS111）。なお、初期状態では、実測点で包囲される範囲内の格子点だけにデータが設定されている。

【0256】

20

次に、RGB番号（Rnum, Gnum, Bnum）を選択することにより、RGB空間の格子点を選択し（ステップS112）、選択した格子点にデータが設定されているか調査する（ステップS113）。選択した格子点にデータが設定されていない場合には、データ設定処理を行う。

【0257】

データ設定処理では、選択した格子点の隣の格子点とさらに隣の格子点を選択し（ステップS114）、選択した格子点の隣の格子点とさらに隣の格子点のデータが設定済みか調査する（ステップS115）。ここで、隣の格子点のRGB番号を（Rnum1, Gnum1, Bnum1）、さらに隣の格子点のRGB番号を（Rnum2, Gnum2, Bnum2）とする。

30

【0258】

そして、26方向のいずれかの方向において、選択した格子点の隣の格子点とさらに隣の格子点のデータが設定されている場合、選択した格子点の隣の格子点とさらに隣の格子点のデータを用いて外挿演算処理を行うことにより、選択した格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 値を算出するとともに（ステップS116）、外挿設定済みフラグを1に設定する（ステップS117）。

【0259】

一方、26方向の全ての方向において、選択した格子点の隣の格子点とさらに隣の格子点のデータが設定されていない場合、全ての格子点が選択済みでなければ（ステップS118）、ステップS112に戻って、RGB空間の次の格子点を選択する。

40

【0260】

全ての格子点の第1回目の選択が終了し、外挿設定済みフラグが1の場合（ステップS119）、ステップS111に戻り、全ての格子点の第2回目の選択を行うことにより、新たに設定された格子点のさらに外側に格子点のデータの設定を行う。以上の処理を繰り返し、RGB空間の全ての格子点のデータの設定が終了すると、外挿設定済みフラグがステップS119で0と判断され、処理が終了する。

【0261】

次に、本発明の第2実施例に係わるテーブル変換方法について説明する。この第2実施例に係わるテーブル変換方法は、四面体補間により不規則テーブルを規則テーブルに変換するようにしたものである。

50

【0262】

この第2実施例の処理ステップは、「色の組の作成」、「補間による規則テーブルの生成」及び「外挿による規則テーブルの追加」の3段階からなる。

色の組の作成では、格子RGB値を囲む不規則テーブルの色信号を、各格子点について求める。ここで、1つの格子点につき4つの色信号を選択する。なお、この4つの色信号を、以下、「色の組み」と呼ぶ。

【0263】

この色の組は、規則テーブルとして生成する格子RGB値を順次選択しながら、この格子点の周囲の4つの色信号(ターゲットのスキヤナ入力値と測色値)を不規則テーブルから選択することで生成される。ここで、格子点を包囲する4つの色信号を効率的に選択するには、色空間を固定的に分割するのではなく、色信号の分布に応じて座標軸を回転させ、回転した座標軸を基準に座標値の大小関係で色空間を分割する。

10

【0264】

以下、色の組の作成アルゴリズムを順を追って説明する。

まず、初期化として、不規則テーブルに登録されているRGB値及び $L^* a^* b^*$ 値を配列に設定する。

【0265】

すなわち、不規則テーブルに登録されているRGB値及び $L^* a^* b^*$ 値を配列 $Lin[i]$, $ain[i]$, $bin[i]$, $Rin[i]$, $Gin[i]$, $Bin[i]$ に設定する。ここで、パッチの色番号 i は、 $0 \leq i < \text{色数}$ である。

20

【0266】

次に、格子番号を順次指定することにより、RGB空間の格子点の色信号を順次選択する。

すなわち、(4)~(6)式により、 $Rgrid$ の値、 $Ggrid$ の値及び $Bgrid$ の値を順次設定する。

【0267】

次に、各格子点を中心にRGB空間を4つの領域に分け、各領域の中で格子点との距離が最も近い不規則テーブルの色信号を選択する。

ここで、RGB空間の4つの領域への分け方は、回転した座標系で行う。すなわち、格子点に最も近い不規則テーブルの第1の色信号を選択する。

30

【0268】

次に、第1の色信号がR軸上で負の値になるようにR軸を回転する。

次に、回転後のR値が正の範囲で最も原点に近い不規則テーブルの第2の色信号を選択する。

【0269】

次に、第2の色信号が、RG平面上のGが負の領域に来るように、G軸を回転する。

次に、RGが正の領域でBが0以上の領域と、RGが正の領域でBが負の領域からそれぞれ一つずつ最も格子点に近い色を選択する。

【0270】

以上の処理で選択した4つの色信号の色番号を、それぞれ $num1 \sim num4$ に保存する。

40

なお、上記の $num1 \sim num4$ の全てが設定できた場合のみ、次のステップの補間による規則テーブルの生成を行い、設定できない色信号がある場合は、格子点の選択にもどる。

【0271】

補間による規則テーブルの生成では、色の組み合わせを補間することにより、新たな色信号の対応関係を多数作成し、作成した色信号の中から、RGB空間の格子点に近いRGB値に対応する $L^* a^* b^*$ 値を登録する。

【0272】

なお、作成するデータは、格子点のRGB番号($Rnum, Gnum, Bnum$)に対応

50

する $L^* a^* b^*$ 値であるので、実際の作成データ形式は、
 $L [Rnum] [Gnum] [Bnum]$ 、
 $a [Rnum] [Gnum] [Bnum]$ 、
 $b [Rnum] [Gnum] [Bnum]$ 、
 という3次元配列となる。

【0273】

以下、補間による規則テーブルの生成アルゴリズムを順を追って説明する。なお、この実施例では、処理の簡素さを優先し、色信号の生成間隔は固定とした。

まず、新たな色信号のRGB値 (R_{new} , G_{new} , B_{new}) を補間により算出する。この補間による新たな色信号の作成では、色番号が $num1 \sim num4$ の4つの色信号

10

についての重み係数 $V1 \sim V4$ を、以下の手順で作成する。

【0274】

$0 \quad V1 \quad W \quad \dots (51)$

を満たす重み係数 $V1$ を順次設定し、

$0 \quad V2 \quad W - W1 \quad \dots (52)$

を満たす重み係数 $V2$ を順次設定し、

$0 \quad V3 \quad W - (V1 + V2) \quad \dots (53)$

を満たす重み係数 $V3$ を順次設定し、重み係数 $V4$ を、

$V4 = W - (V1 + V2 + V3) \quad \dots (54)$

により設定する。

20

【0275】

ここで、 W は、例えば、32に設定する。

また、色番号が $num1 \sim num4$ の4つの色信号のRGB値 ($R1$, $G1$, $B1$) \sim ($R4$, $G4$, $B4$) は、以下の式で与えられる。

【0276】

$R1 = Rin[num1]$ 、 $G1 = Gin[num1]$ 、
 $B1 = Bin[num1] \quad \dots (55)$

$R2 = Rin[num2]$ 、 $G2 = Gin[num2]$ 、
 $B2 = Bin[num2] \quad \dots (56)$

$R3 = Rin[num3]$ 、 $G3 = Gin[num3]$ 、
 $B3 = Bin[num3] \quad \dots (57)$

$R4 = Rin[num4]$ 、 $G4 = Gin[num4]$ 、
 $B4 = Bin[num4] \quad \dots (58)$

次に、(55) \sim (58) 式の色の組として選択された4つの色信号のRGB値に対し、(51) \sim (54) 式で設定した重み係数 $V1 \sim V4$ をそれぞれかけ合わせるにより、補間による新たな色信号のRGB値 (R_{new} , G_{new} , B_{new}) は、以下のよう

30

【0277】

$$R_{new} = (R1 \cdot V1 + R2 \cdot V2 + R3 \cdot V3 + R4 \cdot V4) / W \quad \dots (58)$$

40

$$G_{new} = (G1 \cdot V1 + G2 \cdot V2 + G3 \cdot V3 + G4 \cdot V4) / W \quad \dots (59)$$

$$B_{new} = (B1 \cdot V1 + B2 \cdot V2 + B3 \cdot V3 + B4 \cdot V4) / W \quad \dots (60)$$

(58) \sim (60) 式の演算を、(51) \sim (54) 式により設定される全ての重み係数 $V1 \sim V4$ について繰り返すことにより、色の組として選択された4つの色信号で囲まれる範囲内に複数の補間点が生成される。

50

【0278】

次に、データ仮設定を行う。

このデータ仮設定では、(58)～(60)式により求めた補間による新たな色信号のRGB値(R_{new} , G_{new} , B_{new})と、(4)～(6)式により求めた格子点の格子RGB値(R_{grid} , G_{grid} , B_{grid})とを比較する。そして、補間による新たな色信号の中から格子点に最も近いもの検出し、この検出された色信号を生成する時に用いた重み係数 $V_1 \sim V_4$ を選択する。

【0279】

すなわち、以下の式で、距離の二乗 $diff$ を算出する。

$$diff = (R_{grid} - R_{new})^2 + (G_{grid} - G_{new})^2 + (B_{grid} - B_{new})^2 \quad 10$$

そして、格子番号(R_{num} , G_{num} , B_{num})の格子点に設定されたデータが無い(初回のみ)、あるいは、新たに算出した距離の二乗 $diff$ が、すでに設定されている距離の二乗 $diff_{min}$ より小さければ、以下のようにデータを設定する。

【0280】

$$\begin{aligned} diff_{min} &= diff && \dots (61) \\ V_{1min} &= V_1 && \dots (62) \\ V_{2min} &= V_2 && \dots (63) \\ V_{3min} &= V_3 && \dots (64) \\ V_{4min} &= V_4 && \dots (65) \end{aligned} \quad 20$$

次に、データ設定を行う。

このデータ設定では、データ仮設定までの繰り返し処理が終了したら、(62)～(65)式により求めた $V_{1min} \sim V_{4min}$ を用いることにより、 $L[R_{num}][G_{num}][B_{num}]$ 、 $a[R_{num}][G_{num}][B_{num}]$ 、 $b[R_{num}][G_{num}][B_{num}]$ を算出する。

【0281】

すなわち、 $L[R_{num}][G_{num}][B_{num}]$ 、 $a[R_{num}][G_{num}][B_{num}]$ 、 $b[R_{num}][G_{num}][B_{num}]$ を算出する時の重み係数 $V_1 \sim V_4$ を以下のように設定する。

【0282】

$$\begin{aligned} V_1 &= V_{1min} && \dots (66) \\ V_2 &= V_{2min} && \dots (67) \\ V_3 &= V_{3min} && \dots (68) \\ V_4 &= V_{4min} && \dots (69) \end{aligned} \quad 30$$

また、色番号が $num_1 \sim num_4$ の4つの色信号の $L^* a^* b^*$ 値(L_1 , a_1 , b_1)～(L_4 , a_4 , b_4)は、以下の式で与えられる。

【0283】

$$\begin{aligned} L_1 &= L_{in}[num_1], a_1 = a_{in}[num_1], \\ b_1 &= b_{in}[num_1] && \dots (70) \\ L_2 &= L_{in}[num_2], a_2 = a_{in}[num_2], \\ b_2 &= b_{in}[num_2] && \dots (71) \\ L_3 &= L_{in}[num_3], a_3 = a_{in}[num_3], \\ b_3 &= b_{in}[num_3] && \dots (72) \\ L_4 &= L_{in}[num_4], a_4 = a_{in}[num_4], \\ b_4 &= b_{in}[num_4] && \dots (73) \end{aligned} \quad 40$$

そして、(70)～(73)式の $L^* a^* b^*$ 値に対し、(66)～(69)式により求めた重み係数 $V_1 \sim V_4$ をそれぞれかけ合わせるにより、格子番号(R_{num} , G_{num} , B_{num})の格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 値を、以下の式で求めることができる。

【0284】

50

$$\begin{aligned} &L [Rnum] [Gnum] [Bnum] \\ &= (L1 \cdot V1 + L2 \cdot V2 + L3 \cdot V3 + L4 \cdot V4) / W \\ & \dots (74) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &a [Rnum] [Gnum] [Bnum] \\ &= (a1 \cdot V1 + a2 \cdot V2 + a3 \cdot V3 + a4 \cdot V4) / W \\ & \dots (75) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &b [Rnum] [Gnum] [Bnum] \\ &= (b1 \cdot V1 + b2 \cdot V2 + b3 \cdot V3 + b4 \cdot V4) / W \\ & \dots (76) \end{aligned}$$

図32は、本発明の第2実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャートである。

【0285】

図32において、まず、重み係数 $V1 \sim V3$ を0に設定するとともに(ステップS121)、重み係数 $V4$ を $W - (V1 + V2 + V3)$ に設定する(ステップS122)。

【0286】

次に、(55)~(58)式の色組として選択された4つの色信号のRGB値に対し、重み係数 $V1 \sim V4$ をそれぞれかけ合わせるにより、補間による新たな色信号のRGB値(R_{new} , G_{new} , B_{new})を算出する(ステップS123)。

【0287】

次に、ステップS123で求めた補間による新たな色信号のRGB値(R_{new} , G_{new} , B_{new})と、(4)~(6)式により求めた格子点の格子RGB値(R_{grid} , G_{grid} , B_{grid})との間の距離の二乗 d_{iff} を算出する(ステップS124)。

【0288】

次に、格子番号($Rnum$, $Gnum$, $Bnum$)の格子点に設定されたデータが無いが、または、新たに算出した距離の二乗 d_{iff} が、すでに設定されている距離の二乗 d_{iffmin} より小さい場合(ステップS125)、新たな色信号の重み係数 $V1 \sim V4$ 及び新たに算出した距離の二乗 d_{iff} を格納する(ステップS126)。

【0289】

以下、重み係数 $V3$ が $W - V1 - V2$ 、重み係数 $V2$ が $W - V1$ 、重み係数 $V1$ が W に達するまで、重み係数 $V1 \sim V3$ の値をそれぞれ1つずつ増加させることにより(ステップS127~ステップS134)、新たな色信号のRGB値(R_{new} , G_{new} , B_{new})を補間演算で算出する。

【0290】

次に、(70)~(73)式により色組として選択された4つの色信号の L^* , a^* , b^* 値に対し、ステップS126で格納された重み係数 $V1 \sim V4$ をそれぞれかけ合わせるにより、格子番号($Rnum$, $Gnum$, $Bnum$)の格子点に対応する L^* , a^* , b^* 値を算出する(ステップS135)。補間による規則テーブルの生成が終了すると、外挿による規則テーブルの追加を行うが、この外挿による規則テーブルの追加は、第1実施例と同様の方法で行うことができる。

【0291】

次に、本発明の第3実施例に係わるテーブル変換方法について説明する。この第3実施例に係わるテーブル変換方法は、8点補間により不規則テーブルを規則テーブルに変換するとともに、RGB空間を分割するときの基準点が補間対象となる格子点と異なるように設定することを可能としたものである。すなわち、色信号の組を選択する基準となる色信

10

20

30

40

50

号を、規則テーブルとして生成する格子RGB値以外の値に設定する。例えば、格子RGB値の間隔が、不規則テーブルの色の間隔に比べて極端に小さい場合は、格子RGB値を基準にすると、異なる格子RGB値に対し、同じ色信号の組が多数重複して選択される。同じ色信号の組が多数重複して選択されても、補間処理を行うことは可能であるが、同じ色信号の組が多数重複して選択されると、同じ色信号の組に対して何度も同じ演算が繰り返して行われるため、規則テーブルを補間により生成する際の効率が悪くなる場合がある。

【0292】

このため、例えば、格子RGB値よりも広めの格子間隔のRGB値を基準として色の組を選択することにより、同じ色信号の組が多数重複して選択されることが軽減され、補間による規則テーブルの生成をより効率的に行うことが可能となる。

10

【0293】

また、補間演算で色の数を増やし、色信号全体に色を生成する場合には、極端に接近したデータ同士を選択すると、生成される色信号に抜けが生じる可能性がある。例えば、不規則テーブルのデータ同士の組を作成し、これを補間して、不規則テーブルのデータ分布範囲全体に分布する色信号を多数作成しようとする場合、選択した色信号によって包囲される範囲にオーバーラップする部分があっても構わない。しかし、どの色信号の組にも包囲されない領域があると、その包囲されない領域の色信号を作成することができない。

【0294】

従って、色信号を選択する際のしきい値を設けることにより、極端に接近したデータが選択されないようにする。そして、包囲される範囲がある程度の広さを持つようにすることにより、色信号の組で包囲される範囲に欠落が発生することを防止するようにしてもよい。

20

【0295】

図33は、本発明の第3実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を色空間上で示す図である。

図33において、不規則テーブルに登録されている色信号が、色空間上の点P1～P14に分布しているものとする。ここで、色空間上の格子点K1～K25に対応する色信号の値を補間により求めるものとする。ここで、色空間上の格子点K1～K25を基準点として色空間を分割し、補間に使用する色信号を選択するものとする。

30

【0296】

この場合、格子点K6、K7、K11、K12に対しては、色空間上の点P4、P5、P7、P8が選択され、補間による規則テーブルの生成を各格子点K6、K7、K11、K12ごとに独立して行くと、同一の補間演算が何度も繰り返されることになる。例えば、(34)～(36)式または(58)～(60)式を用いて補間による新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)を生成する際に、この補間による新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)は、各格子点K6、K7、K11、K12に対して同一のものになる。

【0297】

このため、例えば、補間対象となる格子点K1～K25に対し、色空間を分割する時の基準となる点を、格子点K1～K25の格子間隔の2倍の間隔で設定し、格子点K1、K3、K5、K11、K13、K15、K21、K23、K25を色空間を分割する時の基準となる点とする。ここで、格子点K11が色空間を分割する時の基準となった場合、この格子点K11に対しては、色空間上の点P4、P5、P7、P8が選択される。

40

【0298】

そして、点P4、P5、P7、P8が選択された場合、この点P4、P5、P7、P8で囲まれる範囲内の格子点K6、K7、K11、K12について、補間による新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)を生成を一括して行い、この一括して生成された補間による新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)の中から、各格子点K6、K7、K11、K12に近いものを検出するようにする。

50

【0299】

このことにより、異なる格子点K6、K7、K11、K12に対する同一の補間演算が何度も繰り返されることを抑制することができ、補間による規則テーブルの生成をより効率的に行うことが可能となる。

【0300】

また、格子点K13が色空間を分割する時の基準となった場合、分割された色空間から格子点K13に最も近い点を選択すると、色空間上の点P5、P6、P8、P9が選択される。

【0301】

また、格子点K15が色空間を分割する時の基準となった場合、分割された色空間から格子点K15に最も近い点を選択すると、色空間上の点P3、P6、P10、P11が選択される。

10

【0302】

この場合、補間対象となる格子点K14は、格子点K13を基準として選択された点P5、P6、P8、P9または格子点K15を基準として選択された点P3、P6、P10、P11により包囲することができず、補間対象となる格子点K14については、補間演算ができなくなる。このため、補間対象となる格子点K1～K25と異なる点を、色空間の分割の基準とする時は、色信号を選択する際のしきい値を設けることにより、極端に接近したデータが選択されないようにする。例えば、格子点K15を基準に色信号を選択する場合、格子点K15の近くに位置する点P10の代わりに点P9を選択するようにする。

20

【0303】

このことにより、格子点K15を基準として選択された点P3、P6、P9、P11で囲まれる領域が広くなり、格子点K14は、格子点K15を基準として選択された点P3、P6、P9、P11で包囲されるようになる。この結果、補間対象となる格子点K14と異なる格子点K15を、色空間の分割の基準とした場合においても、補間対象となる格子点K14に対する補間演算が不可能となることを防止することができる。

【0304】

この第3実施例の処理ステップは、「色の組の作成」、「補間による規則テーブルの生成（前処理）」、「補間による規則テーブルの生成（後処理）」及び「外挿による規則テーブルの追加」の4段階からなる。

30

【0305】

この第3実施例でも、補間による規則テーブルの生成を色の組みごとに行うが、色の組みごとに行う処理は、第1の実施例のデータ仮設定までとする。そして、全ての色の組みについての処理が終了した後、規則テーブルへの $L^* a^* b^*$ 値の登録を補間による規則テーブルの生成（後処理）で一括して行う。

【0306】

色の組の作成では、色空間を分割する際の基準となるRGB値を設定し、この基準となるRGB値を囲む不規則テーブルの色信号を、各基準となるRGB値について求める。ここで、1つの基準となるRGB値につき8つの色信号を選択する。なお、この8つの色信号を、以下、「色の組み」と呼ぶ。

40

【0307】

例えば、補間対象となる格子RGB値より広めの格子間隔のRGB値（例えば、格子RGB値の2倍の間隔）を基準として、その広めの格子間隔のRGB値を包囲する色信号を選択する。そして、選択した色の組みを補間して多数の色信号を生成し、補間により生成された多数の色信号の中から、格子RGB値に近い色信号を検出し、その検出された色信号に対応する $L^* a^* b^*$ 値を規則テーブルに登録する。ただし、 $L^* a^* b^*$ 値の登録は、全ての色の組みの作成終了後に一括して行う。

【0308】

なお、この色の組の作成では、格子RGB値とは無関係な色信号を基準とすることができ、選択した色の組みによって包囲される領域の間に隙間ができる場合がある。そして、そ

50

の隙間に格子RGBが入ると、この隙間の格子RGB値に相当する色信号を生成できなくなる。このため、選択する色の組みの間隔をやや大き目にする。具体的には、選択した色の組みによって包囲される領域が互いに必ずオーバーラップするように、基準とする色信号から、ある一定値以上離れた色信号を選択する。一定値としては、基準とする色信号の間隔の0.5 3倍とすることが好ましい。

【0309】

この色の組の作成により、選択された8つの色信号の色番号iがnum0 ~ num7に保存される。補間による規則テーブルの生成(前処理)では、基準となる色信号に基づいて選択された色の組(num0 ~ num7)を用いて補間することにより、新たな色信号(Rnew, Gnew, Bnew)の対応関係を作成する。そして、補間対象となる格子RGB値の中から、新たに作成した色信号(Rnew, Gnew, Bnew)に最も近い格子RGB値を選択する。ここで、複数の色の組(num0 ~ num7)の間で同一の格子RGB値が選択された場合、選択された格子RGB値との距離が最も小さい色信号(Rnew, Gnew, Bnew)を生成する色の組(num0 ~ num7)を選択する。

10

【0310】

補間対象となる格子RGB値についての色の組(num0 ~ num7)が決まると、この格子RGB値の選択に使われた色信号(Rnew, Gnew, Bnew)を生成した時の重み係数を決定する。そして、色の組(num0 ~ num7)として選択されたL* a* b* 値にこの重み係数をかけ合わせることにより、格子RGB値に対応するL* a* b* 値を生成する。

20

【0311】

このように、色の組を選択する時の色信号と補間対象となる色信号とが異なる場合、色の組を選択する時の色信号と補間対象となる色信号とが必ずしも1対1に対応しないことから、補間による規則テーブルの生成処理へ入力された色の組みが、すでに処理済みのものと同じである場合は、補間による規則テーブルの生成をスキップする。また、規則テーブルに登録する格子RGB値の補間をどの色の組みを用いて行うかを、色の組を選択する時の基準となる色信号を設定しただけでは定めることができないので、補間で生成した各色信号について、格子RGBと距離が最も近い色信号を検出することにより、格子RGB値の補間に用いる色の組みを選択する。

【0312】

以下、補間による規則テーブルの生成アルゴリズムを順を追って説明する。まず、すでに処理済みの色の組みの中に、全く同じ色の組(num0 ~ num7)がないか調べる。全く同じ色の組(num0 ~ num7)があれば、補間による規則テーブルの生成処理を終了し、色の組みの作成に戻る。

30

【0313】

次に、補間で作成する色の間隔を設定する。この処理は、第1実施例で説明した方法と同様に行うことができる。次に、新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)を補間により算出する。この処理は、第1実施例で説明した方法と同様に行うことができる。

【0314】

次に、データ仮設定を行う。データ仮設定では、(34) ~ (36)式により求めた補間による新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)に最も近い格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)を選択する。例えば、格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)が8間隔で並んでいるならば、最も近い格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)は以下の式で計算できる。

40

【0315】

$$Rnum = (int)((Rnew + 4) / 8) \quad \dots (77)$$

$$Rgrid = Rnum \cdot 8 \quad \dots (78)$$

$$Gnum = (int)((Gnew + 4) / 8) \quad \dots (79)$$

50

$G_{grid} = G_{num} \cdot 8$... (80)
 $B_{num} = (int)((B_{new} + 4) / 8)$... (81)
 $B_{grid} = B_{num} \cdot 8$... (82)

ここで、 (int) は少数点以下切り捨てを意味する。

【0316】

次に、補間による新たな色信号のRGB値(R_{new} , G_{new} , B_{new})と、(77)~(82)式により選択された格子RGB値(R_{grid} , G_{grid} , B_{grid})との間の距離の二乗 $diff$ を、以下の式で算出する。

【0317】

$$diff = (R_{grid} - R_{new})^2 + (G_{grid} - G_{new})^2 + (B_{grid} - B_{new})^2$$

10

そして、距離の二乗 $diff$ が予め定められたしきい値(例えば、2)より小さい場合には、格子番号(R_{num} , G_{num} , B_{num})の格子点に設定されたデータが無いか(初回のみ)、あるいは、新たに算出した距離の二乗 $diff$ が、すでに設定されている距離の二乗 $diff_{min}[R_{num}][G_{num}][B_{num}]$ より小さければ、以下のようにデータを設定する。

【0318】

`diffmin [Rnum] [Gnum] [Bnum] =diff`
 . . . (83)

`Lwmin [Rnum] [Gnum] [Bnum] =Lw`
 . . . (84)

`awmin [Rnum] [Gnum] [Bnum] =aw`
 . . . (85)

`bwmin [Rnum] [Gnum] [Bnum] =bw` 10
 . . . (86)

`num0min [Rnum] [Gnum] [Bnum] =num0`
 . . . (87)

`num1min [Rnum] [Gnum] [Bnum] =num1`
 . . . (88)

`num2min [Rnum] [Gnum] [Bnum] =num2` 20
 . . . (89)

`num3min [Rnum] [Gnum] [Bnum] =num3`
 . . . (90)

`num4min [Rnum] [Gnum] [Bnum] =num4`
 . . . (91)

`num5min [Rnum] [Gnum] [Bnum] =num5`
 . . . (92)

`num6min [Rnum] [Gnum] [Bnum] =num6` 30
 . . . (93)

`num7min [Rnum] [Gnum] [Bnum] =num7`
 . . . (94)

すなわち、この第3実施例では、第1実施例で設定されるデータに加えて、色の組 (`num0 ~ num7`) も保存することにより、格子RGB値の補間に使用する色の組 (`num0 ~ num7`) を特定できるようにする。なお、`diffmin`、`Lwmin`、`awmin`、`bwmin`、`num0 ~ num7` はそれぞれ、格子番号 (`Rnum`、`Gnum`、`Bnum`) ごとに保存するため、3次元列形式とする。 40

【0319】

図34は、本発明の第3実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャートである。なお、図34のフローチャートでは、一辺が32の立方体を分割する時の基準となる値 (`Lw`、`aw`、`bw`) を、`Lw` が `Lint` 間隔、`aw` が `aint` 間隔、`bw` が `bin` 間隔で設定した場合について示している。

【0320】

図34において、まず、すでに処理済の色の組みの中に、全く同じ色の組 (`num0 ~ num7`) がないか調べる (ステップS141)。そして、全く同じ色の組 (`num0 ~ num7`) があれば、補間による規則テーブルの生成処理を終了する。

【0321】

次に、(15)～(17)式により、色作成間隔(Lint、aint、bint)を設定する(ステップS142)。

次に、一辺が32の立方体を分割する時の基準となる値(Lw, aw, bw)をそれぞれ0に設定する(ステップS143)。

【0322】

次に、値(Lw, aw, bw)を基準として立方体を分割することにより、(18)～(25)式の重み係数を算出する。そして、(26)～(33)式により色の組(num0～num7)として選択された8つの色信号のRGB値に対し、(18)～(25)式の重み係数をそれぞれかけ合わせるにより、補間による新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)を算出する(ステップS144)。

10

【0323】

次に、(34)～(36)式により求めた補間による新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)に最も近い格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)を、(77)～(82)式により選択する(ただし、格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)が8間隔で並んでいる場合)(ステップS145)。

【0324】

次に、ステップS144で求めた補間による新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)と、ステップS145で選択した格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)との間の距離の二乗diffを算出する(ステップS146)。

【0325】

次に、距離の二乗diffが2より小さく、かつ、格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)の格子点のデータが未設定、または、新たに算出した距離の二乗diffが、すでに設定されている距離の二乗diffminより小さい場合(ステップS147)、立方体を分割する時の基準となる値(Lw, aw, bw)、新たに算出した距離の二乗diff及び色の組(num0～num7)を格納する(ステップS148)。

20

【0326】

以下、立方体を分割する時の基準となる値(Lw, aw, bw)がそれぞれ32以上になるまで、立方体を分割する時の基準となる値(Lw, aw, bw)をそれぞれ色作成間隔(Lint, aint, bint)で増加させることにより(ステップS149～ステップS156)、新たな色信号のRGB値(Rnew, Gnew, Bnew)に最も近い格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)を選択する。

30

【0327】

補間による規則テーブルの生成(後処理)では、(84)～(94)式により、

Lwmin[Rnum][Gnum][Bnum]、
awmin[Rnum][Gnum][Bnum]、
bwmin[Rnum][Gnum][Bnum]、
num0min[Rnum][Gnum][Bnum]～
num7min[Rnum][Gnum][Bnum]

の設定が終わった格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)について、L*
a* b* 値を算出する。

40

【0328】

すなわち、格子RGB値(Rgrid, Ggrid, Bgrid)の補間に使用する色の組(num0～num7)は、以下の式で与えられる。

$$\text{num}0 = \text{num}0\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (95)$$

$$\text{num}1 = \text{num}1\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (96)$$

$$\text{num}2 = \text{num}2\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (97)$$

$$\text{num}3 = \text{num}3\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (98) \quad 10$$

$$\text{num}4 = \text{num}4\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (99)$$

$$\text{num}5 = \text{num}5\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (100)$$

$$\text{num}6 = \text{num}6\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (101) \quad 20$$

$$\text{num}7 = \text{num}7\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (102)$$

色の組 (num 0 ~ num 7) が (9 5) ~ (1 0 2) 式により与えられると、色の組 (num 0 ~ num 7) として選択された 8 つの色信号の $L^* a^* b^*$ 値 (L_0, a_0, b_0) ~ (L_7, a_7, b_7) は、(7) ~ (1 4) 式により与えられる。

【 0 3 2 9 】

また、重み係数を生成するときの立方体を分割する値 (L_w, a_w, b_w) は、以下の式で与えられる。 30

$$L_w = L_w\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (103)$$

$$a_w = a_w\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (104)$$

$$b_w = b_w\text{min} [\text{Rnum}] [\text{Gnum}] [\text{Bnum}] \quad \dots (105)$$

そして、(1 0 3) ~ (1 0 5) 式を用いることにより、補間演算を行う時の重み係数が (1 8) ~ (2 5) 式により与えられ、(1 8) ~ (2 5) 式により求め重み係数を用いることにより、格子 RGB 値 ($R_{grid}, G_{grid}, B_{grid}$) に対応する $L^* a^* b^*$ 値を (4 5) ~ (4 7) 式により求めることができる。

【 0 3 3 0 】

以上の補間演算で、不規則テーブルで包囲されている範囲の格子 RGB 値を、規則テーブルに設定することができる。続いて、第 1 実施例と同様に、外挿による規則テーブルの追加を行えば、規則テーブルを完成することができる。 40

【 0 3 3 1 】

次に、本発明の第 4 実施例に係わるテーブル変換方法について説明する。この第 4 実施例に係わるテーブル変換方法は、四面体補間により不規則テーブルを規則テーブルに変換するとともに、RGB 空間を分割するときの基準点が補間対象となる格子点と異なるように設定することを可能としたものである。

【 0 3 3 2 】

この第 4 実施例の処理ステップは、「色の組の作成」、「補間による規則テーブルの生成 (前処理)」、「補間による規則テーブルの生成 (後処理)」及び「外挿による規則テーブルの追加」の 4 段階からなる。 50

【0333】

色の組の作成では、色空間を分割する際の基準となるRGB値を設定し、この基準となるRGB値を中心として色空間を8つの領域に分割する。そして、分割された8つの領域から3つの領域を選択し、選択された3つの領域から基準となるRGB値に最も近い色信号を選択する。なお、基準となるRGB値及び選択された3つの色信号からなる4つの色信号を、以下、「色の組み」と呼ぶ。

【0334】

ここで、基準となるRGB値は、例えば、不規則テーブルに登録されている色信号を順次選択することにより設定することができる。そして、選択した色の組みを補間して多数の色信号を生成し、補間により生成された多数の色信号の中から、格子RGB値に近い色信号を検出し、その検出された色信号に対応するL* a* b* 値を規則テーブルに登録する。ただし、L* a* b* 値の登録は、全ての色の組みの作成終了後に一括して行う。

10

【0335】

図35は、本発明の一実施例に係わる色信号選択方法を3次元の色空間上で示す図である。

図35において、3次元空間を分割する時の基準となる点Pが与えられ、この点Pを中心として、3次元空間が8つの領域1~8に分割されている。そして、互いに隣接している3つの領域を、分割された8つの領域1~8から選択し、選択された3つの領域に分布している色信号のうち、点Pに最も近いものを選択する。例えば、互いに隣接している3つの領域として、領域0, 1, 6が選択され、領域0から点P0を選択し、領域1から点P1を選択し、領域6から点P6を選択する。なお、分割された8つの領域1~8から互いに隣接している3つの領域を選択する方法は24通りあるので、点Pに対して3つの点を選択する方法は24通りある。

20

【0336】

以下、色の組の作成アルゴリズムを順を追って説明する。なお、この例では、基準とする色信号として、不規則テーブルに登録されているRGB値(Rin[j], Gin[j], Bin[j])を、0 < j < 色数について順次選択する。そして、1つの基準とする色信号に対して、領域の選択方法を24通りに変えて行うものとする。

【0337】

まず、初期化として、不規則テーブルに登録されているRGB値及びL* a* b* 値(ターゲットの色、0 < k < 色数)を、配列Lin[k], ain[k], bin[k], Rin[k], Gin[k], Bin[k]に設定する。

30

次に、不規則テーブルに登録されているRGB値(Rin[k], Gin[k], Bin[k])の中から、色空間を分割する際の基準となるRGB値(Rin[j], Gin[j], Bin[j])を順次選択し、以下のように設定する。ただし、0 < j < 色数である。

【0338】

Rcnet = Rin[j] . . . (105)
Gcnet = Gin[j] . . . (106)
Bcnet = Bin[j] . . . (107)

40

次に、(105)~(107)により設定された色信号を中心にRGB空間を8つの領域に分割する。そして、分割された8つの領域から3つの領域を選択し、選択された3つの領域から基準となるRGB値に最も近い色信号を選択する。

【0339】

具体的には、0 < i < ターゲット色数について、RGB空間を以下のように8つの領域1~8に分類する。

領域0 : $Rin[i] > Rgrid$ 、 $Gin[i] \leq Ggrid$ 、
 $Bin[i] \leq Bgrid$

ただし、 $Rin[i] = Rcent$ 、 $Gin[i] = Gcent$ 、
 $Bin[i] = Bcent$ の三つの等号同時成立は除く。

領域1 : $Rin[i] > Rgrid$ 、 $Gin[i] \leq Ggrid$ 、
 $Bin[i] \leq Bgrid$

領域2 : $Rin[i] \leq Rgrid$ 、 $Gin[i] > Ggrid$ 、
 $Bin[i] \leq Bgrid$

10

領域3 : $Rin[i] \leq Rgrid$ 、 $Gin[i] \leq Ggrid$ 、
 $Bin[i] > Bgrid$

領域4 : $Rin[i] > Rgrid$ 、 $Gin[i] > Ggrid$ 、
 $Bin[i] \leq Bgrid$

領域5 : $Rin[i] \leq Rgrid$ 、 $Gin[i] > Ggrid$ 、
 $Bin[i] > Bgrid$

20

領域6 : $Rin[i] > Rgrid$ 、 $Gin[i] \leq Ggrid$ 、
 $Bin[i] > Bgrid$

領域7 : $Rin[i] > Rgrid$ 、 $Gin[i] > Ggrid$ 、
 $Bin[i] > Bgrid$

そして、以下の24通りの組み合わせについて、各領域1～8に分類された($Rin[i]$ 、 $Gin[i]$ 、 $Bin[i]$)の中で、基準とするRGB値($Rin[j]$ 、 $Gin[j]$ 、 $Bin[j]$)との距離が最も小さいRGB値の番号を $num2 \sim num4$ に保存する。なお、 $num1$ には、基準とするRGB値の番号を保存する。

30

【0340】

組み合わせ1 :

$num1 = j$

基準とする色との距離が領域0, 1, 2で最も小さい色の番号をそれぞれ $num2$ 、 $num3$ 、 $num4$ に保存

組み合わせ2 :

$num1 = j$

基準とする色との距離が領域0, 1, 3で最も小さい色の番号をそれぞれ $num2$ 、 $num3$ 、 $num4$ に保存

40

組み合わせ3 :

$num1 = j$

基準とする色との距離が領域0, 2, 3で最も小さい色の番号をそれぞれ $num2$ 、 $num3$ 、 $num4$ に保存

組み合わせ4 :

$num1 = j$

基準とする色との距離が領域0, 1, 4で最も小さい色の番号をそれぞれ $num2$ 、 $num3$ 、 $num4$ に保存

組み合わせ5 :

$num1 = j$

50

基準とする色との距離が領域 0, 1, 6 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 6 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 1, 4, 6 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 7 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 0, 2, 4 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

10

組み合わせ 8 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 0, 2, 5 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 9 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 2, 4, 5 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 10 :

num 1 = j

20

基準とする色との距離が領域 0, 3, 5 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 11 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 0, 3, 6 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 12 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 5, 3, 6 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

30

組み合わせ 13 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 1, 2, 4 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 14 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 1, 4, 7 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 15 :

num 1 = j

40

基準とする色との距離が領域 2, 4, 7 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 16 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 2, 3, 5 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

組み合わせ 17 :

num 1 = j

基準とする色との距離が領域 2, 5, 7 で最も小さい色の番号をそれぞれ num 2、num 3、num 4 に保存

50

組み合わせ 18 :

num1 = j

基準とする色との距離が領域 3, 5, 7 で最も小さい色の番号をそれぞれ num2, num3, num4 に保存

組み合わせ 19 :

num1 = j

基準とする色との距離が領域 1, 3, 6 で最も小さい色の番号をそれぞれ num2, num3, num4 に保存

組み合わせ 20 :

num1 = j

基準とする色との距離が領域 1, 6, 7 で最も小さい色の番号をそれぞれ num2, num3, num4 に保存

10

組み合わせ 21 :

num1 = j

基準とする色との距離が領域 3, 6, 7 で最も小さい色の番号をそれぞれ num2, num3, num4 に保存

組み合わせ 22 :

num1 = j

基準とする色との距離が領域 4, 5, 7 で最も小さい色の番号をそれぞれ num2, num3, num4 に保存

20

組み合わせ 23 :

num1 = j

基準とする色との距離が領域 4, 6, 7 で最も小さい色の番号をそれぞれ num2, num3, num4 に保存

組み合わせ 24 :

num1 = j

基準とする色との距離が領域 5, 6, 7 で最も小さい色の番号をそれぞれ num2, num3, num4 に保存

図 36 は、本発明の第 2 実施例に係わる色信号の組の選択方法を示すフローチャートである。

30

【0341】

図 36 において、まず、スキャナによる入力値と測色機による測色値を配列に設定する (ステップ S161)。ここで、この配列に設定される色信号は、一般的に不規則なものとなり、配列の特定は、ターゲットの色に対応した色番号 j を指定することにより行うことができる。

【0342】

次に、色番号 j を 0 に設定し (ステップ S162)、色番号 j により特定される RGB 値 (Rin[j]、Gin[j]、Bin[j]) を、基準となる色信号として選択する (ステップ S163)。

【0343】

次に、組み合わせ番号を 1 に設定し (ステップ S164)、組み合わせ番号に応じて領域を設定する (ステップ S165)。

次に、設定された各領域について、基準となる色信号に最も近い色信号を選択する (ステップ S166)。

40

【0344】

次に、4 つの色信号を選択することができたかどうかを判断し (ステップ S167)、4 つの色信号を選択することができた場合、補間による規則テーブルの生成を行い (ステップ S168)、ステップ S169 に進む。

【0345】

一方、4 つの色信号を選択することができない場合、組み合わせ番号が 24 以下かどうか

50

を判断し(ステップS169)、組み合わせ番号が24以下の場合、組み合わせ番号を1つだけ増加させて(ステップS170)、ステップS165に戻る。

【0346】

一方、組み合わせ番号が24を越える場合、色番号jが色数より小さいかどうかを判断し(ステップS171)、色番号jが色数より小さい場合、色番号jを1つだけ増加させて(ステップS172)、ステップS163に戻る。

【0347】

一方、色番号jが色数以上となった場合、処理を終了する。

上記のnum1~num4の全てが設定された場合、補間による規則テーブルの生成(前処理)を行い、設定できない色信号がある場合、格子点の選択に戻る。

10

【0348】

補間による規則テーブルの生成(前処理)では、基準となるRGB値($R_{in}[j]$, $G_{in}[j]$, $B_{in}[j]$)に基づいて選択された色の組(num0~num4)を用いて補間することにより、新たな色信号(R_{new} , G_{new} , B_{new})の対応関係を作成する。なお、補間演算時の重み係数は、(51)~(54)式を用いて設定することができ、色の組(num0~num4)の各RGB値は、(55)~(58)式を用いて設定することができ、新たな色信号(R_{new} , G_{new} , B_{new})は、(58)~(60)式を用いて算出することができる。

【0349】

そして、補間対象となる格子RGB値の中から、新たに作成した色信号(R_{new} , G_{new} , B_{new})に最も近い格子RGB値を選択する。ここで、複数の色の組(num0~num4)の間で同一の格子RGB値が選択された場合、選択された格子RGB値との距離が最も小さい色信号(R_{new} , G_{new} , B_{new})を生成する色の組(num0~num4)を選択する。

20

【0350】

全ての不規則テーブルの色信号について色の組みの生成が終わったならば、補間による規則テーブルの生成(後処理)を行う。

補間による規則テーブルの生成(後処理)では、補間対象となる格子RGB値についての色の組(num0~num4)が決まると、この格子RGB値の選択に使われた色信号(R_{new} , G_{new} , B_{new})を生成した時の重み係数を決定する。そして、色の組(num0~num4)として選択された L^* , a^* , b^* 値にこの重み係数をかけ合わせることにより、格子RGB値に対応する L^* , a^* , b^* 値を生成する。なお、 L^* , a^* , b^* 値を算出する時の重み係数は、(66)~(69)式を用いて設定することができ、色の組(num0~num4)の各 L^* , a^* , b^* 値は、(70)~(73)式を用いて設定することができ、格子RGB値に対応する L^* , a^* , b^* 値は、(74)~(76)式を用いて算出することができる。

30

【0351】

色の組みの選択、補間による規則テーブルの生成(前処理)及び補間による規則テーブルの生成(後処理)により、不規則テーブルで包囲されている範囲内の格子RGB値の設定が終わる。続いて、第1実施例と同様に外挿による規則テーブルの追加を行うことにより、規則テーブルを完成することができる。なお、この外挿による規則テーブルの追加は、第1実施例で説明した方法と同様に行うことができる。

40

【0352】

以上、本発明の実施例について説明したが、本発明は上述した実施例に限定されることなく、本発明の技術的思想の範囲内で他の様々の変更が可能である。例えば、上述した実施例では、RGB値を L^* , a^* , b^* 値に変換する方法について説明したが、機器に依存しない独立色空間の色信号はCMY値やCMYK値であってもよく、機器に依存する機器依存色空間の色信号はXYZ値であってもよい。

【0353】

【発明の効果】

50

以上説明したように、本発明によれば、第1の色信号を基準として分割された色空間から第2の色信号を選択することにより、色空間上で第2の色信号が不規則に分布している場合においても、第2の色信号の選択のやり直すことなく、第2の色信号で第1の色信号を包囲することが可能となることから、第1の色信号を包囲する第2の色信号を高速に選択することが可能となる。

【0354】

また、本発明の一態様によれば、色空間の座標軸を回転させながら、第2の色信号の選択を行うことにより、第1の色信号を包囲する第2の色信号を選択する際に、第2の色信号の個数をできるだけ少なくすることが可能となり、補間演算を簡潔に行うことが可能となる。

10

【0355】

また、本発明の一態様によれば、第1の色信号の各成分の値と第2の色信号の各成分の値との比較結果に基づいて色空間を分割することにより、第1の色信号を包囲する第2の色信号を簡単な演算で選択することが可能となる。

【0356】

また、本発明の一態様によれば、第1の色信号との距離が最も短い第2の色信号を選択することにより、補間演算を高精度に行うことが可能となる。

また、本発明の一態様によれば、第1の色信号との距離が所定の値以上の第2の色信号を選択することにより、限定された狭い範囲内の色信号だけが選択されることを防止することが可能となり、色空間上の色再現範囲内において生成可能な色信号の欠落をなくすることが可能となる。

20

【0357】

また、本発明の一態様によれば、分割された色空間からの色信号の選択結果に基づいて色信号の補間を行うことにより、色空間上で色信号が不規則に分布している場合においても、補間に必要な色信号を迅速に選択することが可能となることから、色変換を高速に行うことが可能となる。

【0358】

また、本発明の一態様によれば、色空間上の格子点の値を基準として色空間を分割することにより、色空間上に補間点を規則的に生成することが可能となり、色空間上の色信号の分布を均一にすることが可能となる。

30

【0359】

また、本発明の一態様によれば、補間対象となる色信号と異なる点を分割の基準点とすることにより、補間対象となる複数の色信号に対して同一の基準点を設定することが可能となり、同一範囲内の色信号が補間対象として入力される度に補間に使用する色信号の選択をやり直すことを省略することが可能となり、処理の高速化を図ることが可能となる。

【0360】

また、本発明の一態様によれば、色空間上の格子点の値を基準として色空間を分割することにより、色空間上に基準点を規則的に生成することが可能となり、補間に使用する色信号の選択を規則正しく行うことが可能となる。

【0361】

また、本発明の一態様によれば、色信号の粗密に基づいて格子点の格子間隔を変更することにより、その格子点を基準に選択された色信号で包囲される範囲の重複を減らすことが可能となり、同一の補間点が繰り返し生成されることを防止することが可能となる。

40

【0362】

また、本発明の一態様によれば、色空間上に分布している色信号を基準として色空間を分割することにより、選択された色信号で包囲される範囲を色空間上に隙間なく設定することが可能となり、色空間上の色再現範囲内において生成可能な色信号の欠落をなくすることが可能となる。

【0363】

また、本発明の一態様によれば、設定された重み係数を用いて生成した補間点の中から、

50

変換対象となる点に最も近い補間点を選択し、選択した補間点を求める場合に使用した重み係数を用いて色変換を行うことにより、色空間上で色信号が不規則に分布している場合においても、4面体補間などのように n 次元補間に使用される点を $n + 1$ 個に限る必要がなくなり、8点補間などのようにノイズの影響を受けにくい補間方法を用いて補間点を生成することが可能となる。

【0364】

また、本発明の一態様によれば、基準点で分割された色空間から色信号を選択することにより、基準点を包囲する色信号の選択に失敗することがなくなることから、選択された色信号の範囲内に補間点を効率よく生成することが可能となる。

【0365】

また、本発明の一態様によれば、所定の間隔で立方体を分割した時の体積を補間時の重み係数として設定することにより、色信号が不規則に分布している場合においても、8点補間により補間点を生成することが可能となり、ノイズの影響を受けにくい補間方法を提供することが可能となる。

【0366】

また、本発明の一態様によれば、選択された色信号の間の距離に基づいて、立方体を分割する時の間隔を変更することにより、選択された色信号で囲まれる範囲が歪んだ形になっている場合においても、補間点を均一に生成することが可能となることから、人間の視覚特性により適応した形態で、色信号の補間を行うことが可能となる。

【0367】

また、本発明の一態様によれば、変換対象となる複数の点が同一の色信号で包囲される場合、変換対象となる複数の点についての各重み係数を一括して選択することにより、変換対象となる点を包囲する色信号の選択を繰り返す必要がなくなり、色変換を効率よく行うことが可能となる。

【0368】

また、本発明の一態様によれば、機器依存色空間の色信号を独立色空間の色信号に変換することにより、色再現性の異なる機器の間で色信号の送受信を行う場合においても、各機器の間での色再現性を致させることが可能となる。

【0369】

また、本発明の一態様によれば、 CMY 空間または $CMYK$ 空間または RGB 空間の色信号を $L^*a^*b^*$ 空間または XYZ 空間の色信号に変換することにより、機器依存色空間の色信号を独立色空間の色信号に変換することが可能となる。

【0370】

また、本発明の一態様によれば、色空間に分布している色信号で囲まれる範囲内の色信号を外挿することにより、色信号が色空間に不規則に分布している場合においても、色空間に分布している色信号で囲まれる範囲外に新たな色信号を生成することが可能となる。

【0371】

また、本発明の一態様によれば、分割された色空間から色信号を選択することにより、色信号が不規則に分布している場合においても、補間点の生成を高速に行うことが可能となることから、外挿点を補間点から高速に生成することが可能となり、色空間に分布している色信号で囲まれる範囲外に新たな色信号を効率よく生成することが可能となる。

【0372】

また、本発明の一態様によれば、色信号が不規則に分布している色空間を分割し、分割した色空間から色信号を選択することにより、補間演算に使用する色信号の選択に失敗することなく、不規則テーブルを規則テーブルに変換することが可能となる。

【0373】

また、本発明の一態様によれば、色変換テーブルに登録されている色信号を基準に色空間を分割することにより、分割された色空間から選択された色信号で包囲される範囲を隙間なく設定することが可能となり、色変換テーブルに登録される色信号の範囲に欠落が発生しないようにすることが可能となる。また、本発明の一態様によれば、格子点を基準に

10

20

30

40

50

色空間を分割して色信号の選択を行うことにより、補間演算に使用する色信号の選択に失敗することなく、補間点を等間隔で生成することが可能となり、不規則テーブルを規則テーブルに効率よく変換することが可能となる。

【0374】

また、本発明の一態様によれば、色変換テーブルに登録する格子点を間引いたものを、色空間を分割する基準点とすることにより、同一の色信号で包囲される範囲の重複を減らすことが可能となることから、不規則テーブルを規則テーブルに効率よく変換することが可能となる。

【0375】

また、本発明の一態様によれば、前記第2の対応関係を求めるステップは、所定の間隔で立方体を分割した時の体積を、選択された第1の色信号についての重み係数として設定するステップと、前記重み係数に基づいて、前記第1の色信号で包囲される範囲内に補間点を生成するステップと、設定された重み係数の中から、前記第1の色信号で包囲される前記第3の色信号に最も近い補間点の重み係数を選択するステップと、選択された重み係数を前記第2の色信号に適用することにより、前記第4の色信号を算出するステップとを備えている。

10

【0376】

このことにより、所定の間隔で立方体を分割した時の体積を重み係数として生成した補間点の中から、色変換テーブルへの登録対象となる点に最も近い補間点を選択し、選択した補間点を求める場合に使用した重み係数を用いて色変換を行うことにより、不規則テーブルに登録されている色信号に対して8点補間で色変換を行うことが可能となり、不規則テーブルを規則テーブルに精度よく変換することが可能となる。

20

【0377】

また、本発明の一態様によれば、外挿点の近傍の2つの点を用いた線形演算を行うことにより、色変換テーブルに登録されている色信号で囲まれる範囲外についても、色変換を高速かつ精度よく行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係わる色信号選択装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図である。

30

【図3】本発明の第1実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャートである。

【図4】本発明の第1実施例に係わる領域分割方法を示すフローチャートである。

【図5】本発明の第2実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図である。

【図6】本発明の第2実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャートである。

【図7】本発明の第2実施例に係わる色信号選択方法を3次元の色空間上で示す図である。

【図8】本発明の第2実施例に係わる色信号を3次元の色空間上で選択する方法を示す図である。

【図9】本発明の第3実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図である。

40

【図10】本発明の第3実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャートである。

【図11】本発明の第4実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図である。

【図12】本発明の第4実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャートである。

【図13】本発明の一実施例に係わる色信号補間装置の構成を示すブロック図である。

【図14】本発明の一実施例に係わる色信号補間方法を色空間上で示す図である。

【図15】本発明の一実施例に係わる色信号処理装置のシステム構成を示すブロック図である。

【図16】本発明の一実施例に係わる色信号生成方法を色空間上で示す図である。

50

【図 17】本発明の一実施例に係わる色変換テーブルの生成方法を示すフローチャートである。

【図 18】本発明の一実施例に係わる外挿点生成方法を示すフローチャートである。

【図 19】本発明の一実施例に係わる色変換テーブル生成装置の構成を示すブロック図である。

【図 20】本発明の一実施例に係わる色信号選択方法を RGB 空間上で 2 次元的に示す図である。

【図 21】本発明の第 1 実施例に係わる色信号の組の選択方法を示すフローチャートである。

【図 22】本発明の第 1 実施例に係わる RGB 空間と $L^* a^* b^*$ 空間との分割方法を示す図である。

10

【図 23】本発明の第 2 実施例に係わる RGB 空間と $L^* a^* b^*$ 空間との分割方法を示す図である。

【図 24】本発明の一実施例に係わる選択された点を 3 次元の色空間上で示す図である。

【図 25】本発明の一実施例に係わる立方体補間を使用する重み係数の算出方法を説明する図である。

【図 26】本発明の第 1 実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャートである。

【図 27】本発明の一実施例に係わる外挿点生成方法を色空間上で 2 次元的に示す図である。

20

【図 28】本発明の一実施例に係わる 3 次元空間上での隣接点を示す図である。

【図 29】本発明の一実施例に係わる外挿点選択処理を RGB 空間上で 2 次元的に示す図である。

【図 30】本発明の一実施例に係わる外挿点生成時における RGB 信号と $L^* a^* b^*$ 信号との対応関係を示す図である。

【図 31】本発明の一実施例に係わる外挿による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャートである。

【図 32】本発明の第 2 実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャートである。

【図 33】本発明の第 3 実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を色空間上で示す図である。

30

【図 34】本発明の第 3 実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャートである。

【図 35】本発明の一実施例に係わる色信号選択方法を 3 次元の色空間上で示す図である。

【図 36】本発明の第 2 実施例に係わる色信号の組の選択方法を示すフローチャートである。

【図 37】従来の包囲点選択方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 色空間分割手段

40

2 色信号選択手段

1 1 色信号入力手段

1 2 色信号選択手段

1 3 対応関係獲得手段

1 4 重み係数設定手段

1 5 補間点生成手段

1 6 重み係数選択手段

1 7 補間演算手段

2 1 CPU

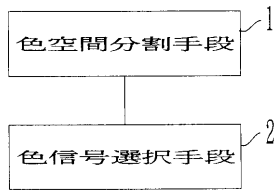
2 2 ROM

50

2 3	R A M	
2 4	入出インターフェイス	
2 5	ディスプレイ	
2 6	プリンタ	
2 7	メモリ	
2 8	スキャナ	
2 9	通信インターフェイス	
3 0	通信ネットワーク	
3 1	ドライバ	
3 2	ハードディスク	10
3 3	I Cメモリカード	
3 4	磁気テープ	
3 5	フロッピーディスク	
3 6	光ディスク	
3 7	バス	
3 8	キーボード	
4 1、4 9	色変換テーブル	
4 1 a	R B G 値	
4 1 b、4 9 b	$L^* a^* b^*$ 値	
4 9 a	R G B 番号	20
4 9 c	近接度	
4 2	色票	
4 3	スキャナ	
4 4	測色機	
4 5	選択部	
4 6	補間部	
4 7	近接度検出部	
4 8	近接度算出部	
5 0	比較選択部	
5 1	登録部	30

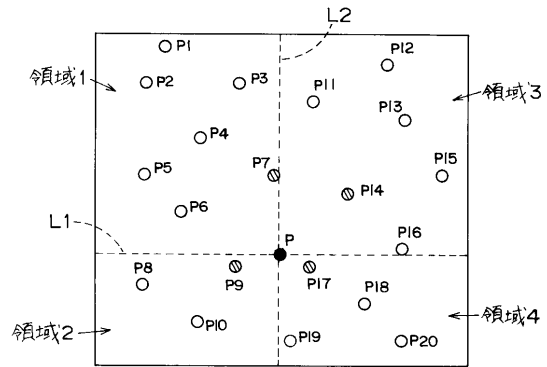
【図1】

本発明の一実施例に係わる
色信号選択装置の構成を示すブロック図



【図2】

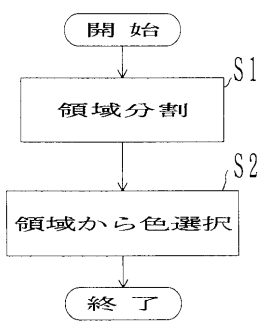
本発明の第1実施例に係わる
色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図



- テーブルの色 (選択されなかったもの)
- ⊗ テーブルの色 (選択されたもの)
- 基準とする色 (補間生成色)
- 領域の分割線

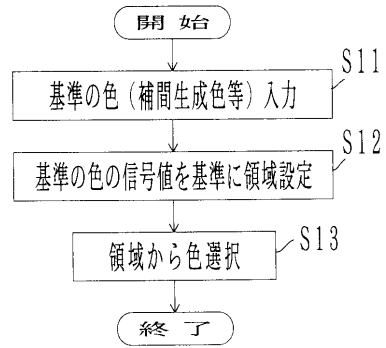
【図3】

本発明の第1実施例に係わる
色信号選択方法を示すフローチャート



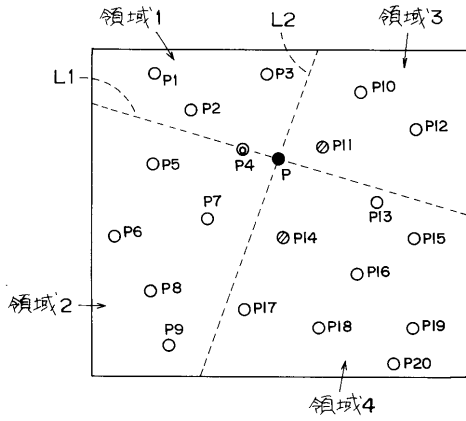
【図4】

本発明の第1実施例に係わる
領域分割方法を示すフローチャート



【図5】

本発明の第2実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図

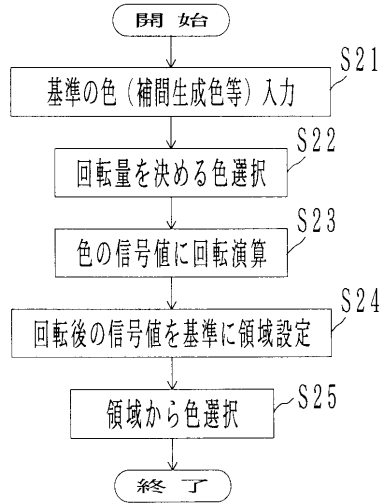


- テーブルの色 (選択されなかったもの)
- ⊙ テーブルの色 (選択され回転基準としたもの)
- ⊗ テーブルの色 (選択されたもの)
- 基準とする色 (補間生成色)

---- 領域の分割線

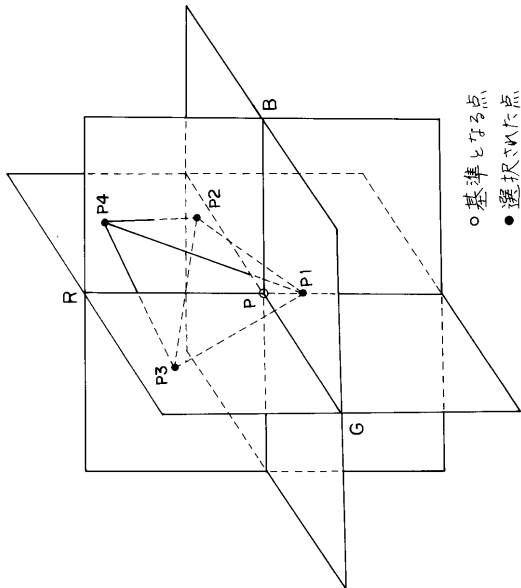
【図6】

本発明の第2実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャート



【図7】

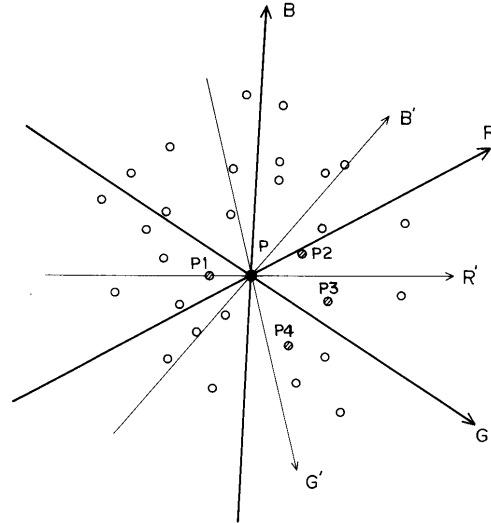
本発明の第2実施例に係わる色信号選択方法を3次元の色空間上に示す図



- 基準となる点
- 選択された点

【図8】

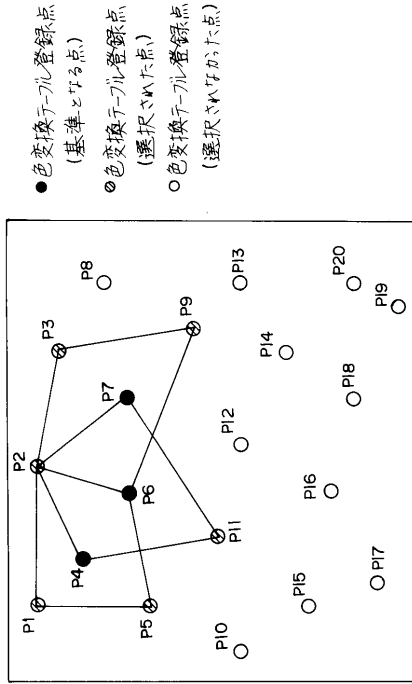
本発明の第2実施例に係わる色信号を3次元の色空間上で選択する方法を示す図



- 基準となる点
- ⊙ 色変換テーブル登録点(選択された点)
- 色変換テーブル登録点(選択されなかった点)

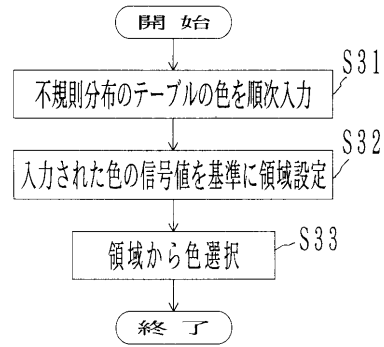
【図9】

本発明の第3実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図



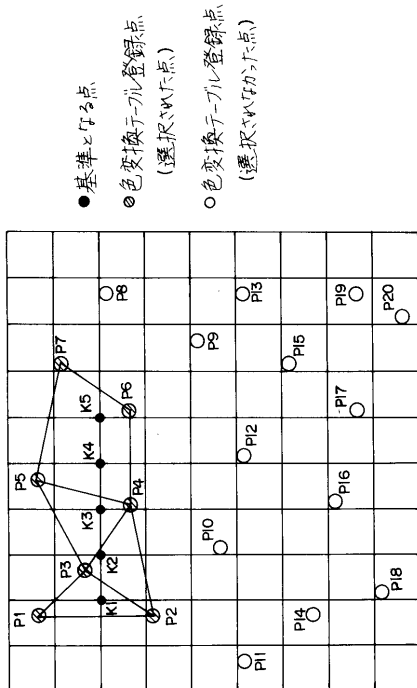
【図10】

本発明の第3実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャート



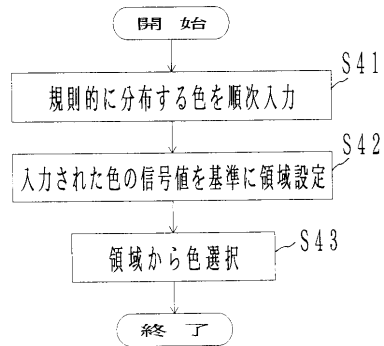
【図11】

本発明の第4実施例に係わる色信号選択方法を2次元の色空間上で示す図



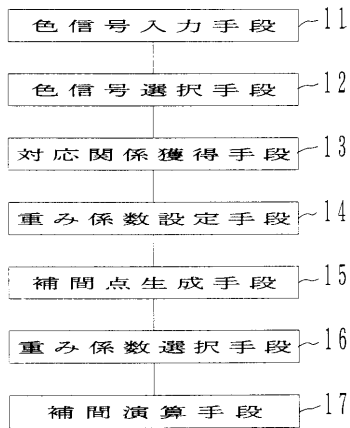
【図12】

本発明の第4実施例に係わる色信号選択方法を示すフローチャート



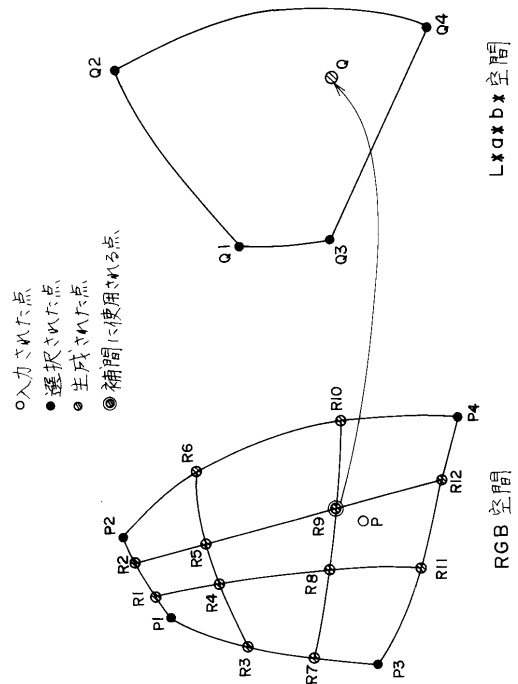
【図13】

本発明の一実施例に係わる
色信号補間装置の構成を示すブロック図



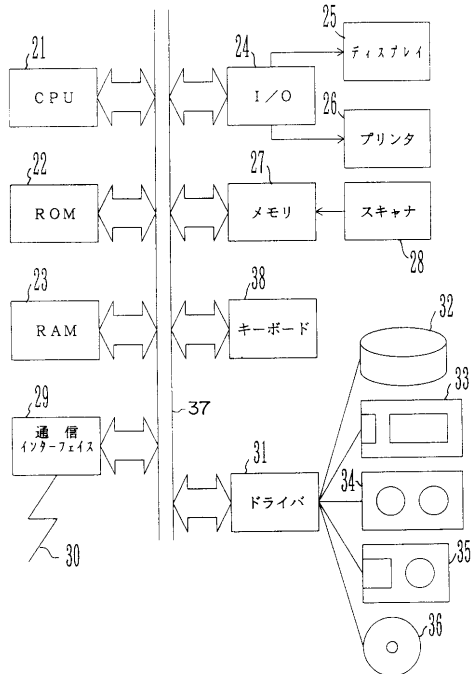
【図14】

本発明の一実施例に係わる
色信号補間方法を色空間上で示す図



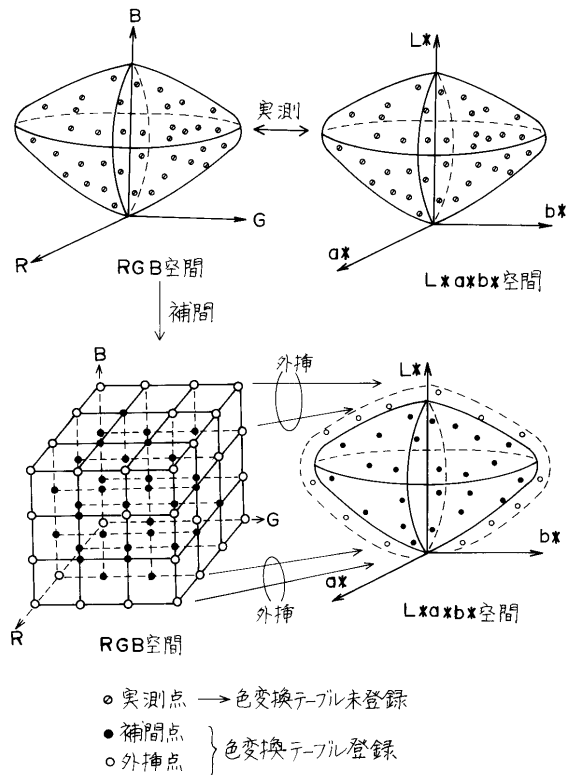
【図15】

本発明の一実施例に係わる
色信号処理装置のシステム構成を示すブロック図



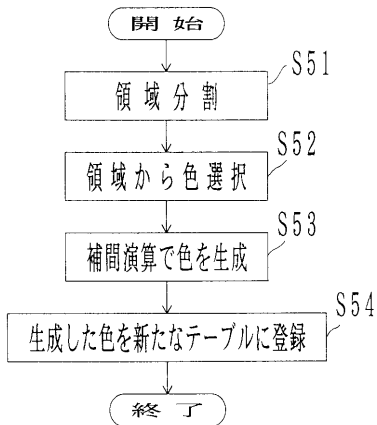
【図16】

本発明の一実施例に係わる
色信号生成方法を色空間上で示す図



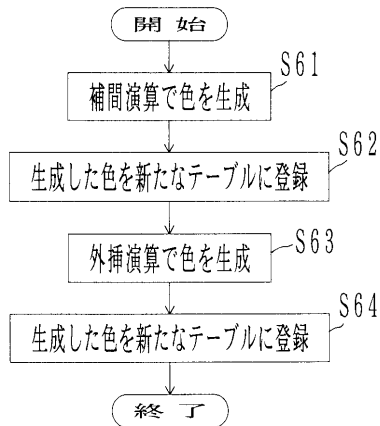
【図17】

本発明の一実施例に係わる
色変換テーブルの生成方法を示すフローチャート



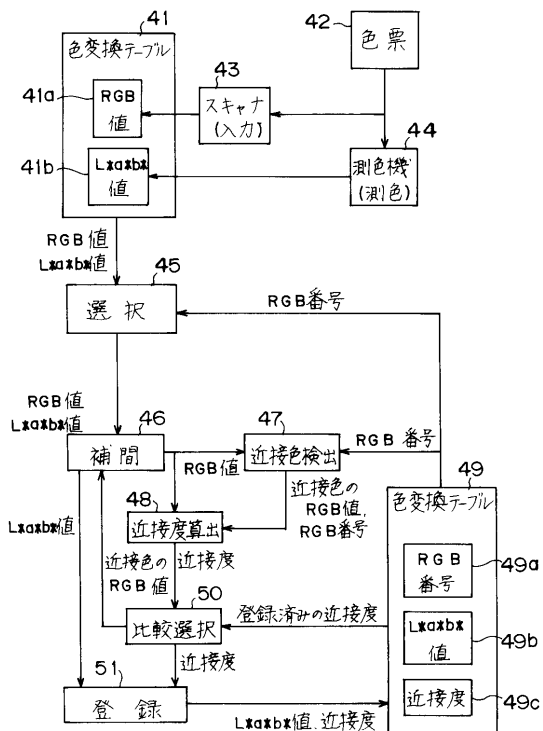
【図18】

本発明の一実施例に係わる
外挿点生成方法を示すフローチャート



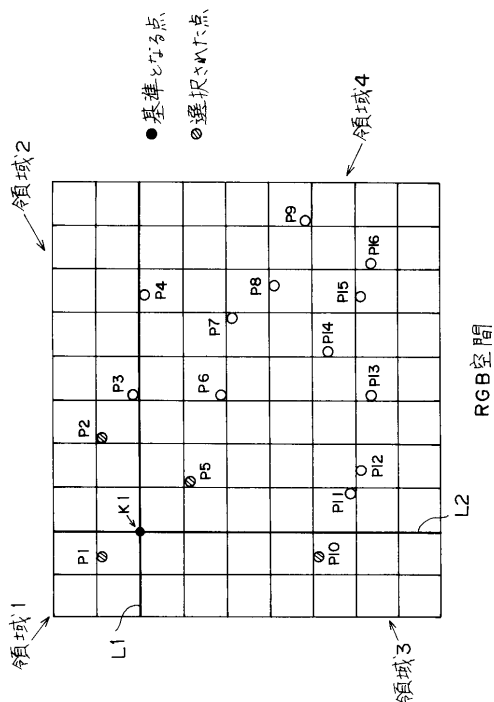
【図19】

本発明の一実施例に係わる
色変換テーブル生成装置の構成を示すブロック図



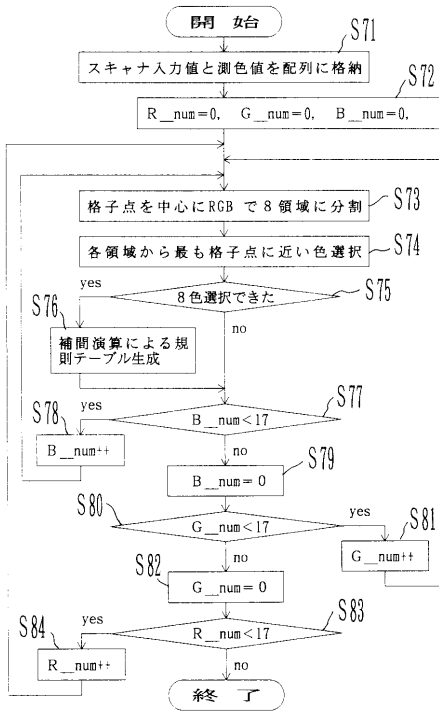
【図20】

本発明の一実施例に係わる
色信号選択方法をRGB空間で2次的的に示す図



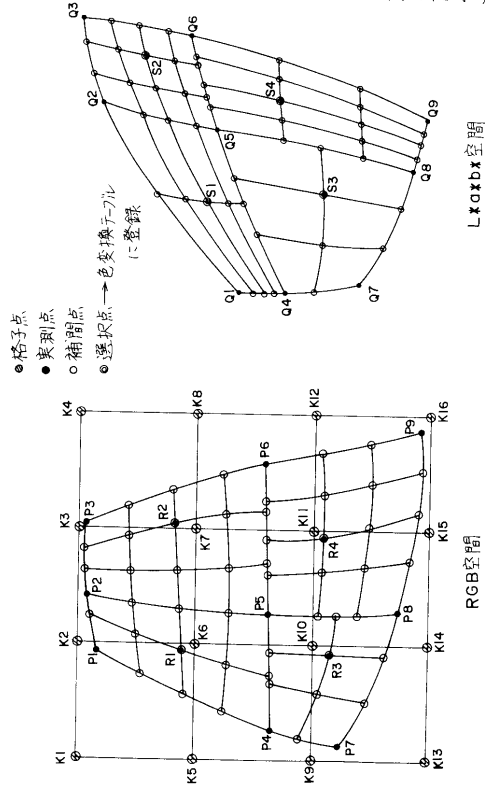
【図21】

本発明の第1実施例に係わる色信号の組の選択方法を示すフローチャート



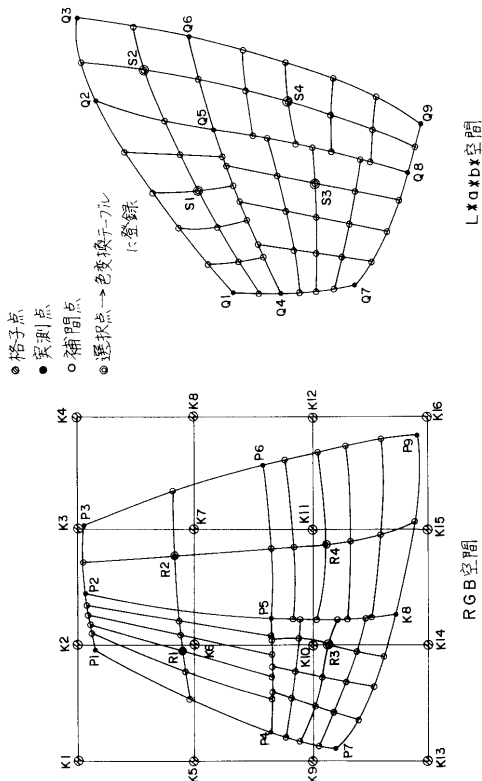
【図22】

本発明の第1実施例に係わるRGB空間と $L^*a^*b^*$ 空間との分割方法を示す図



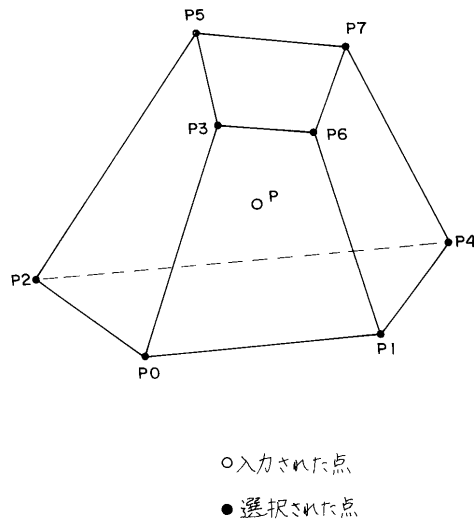
【図23】

本発明の第2実施例に係わるRGB空間と $L^*a^*b^*$ 空間との分割方法を示す図



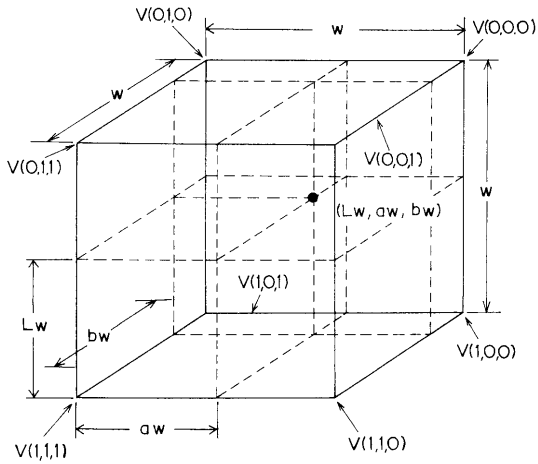
【図24】

本発明の一実施例に係わる選択された点を3次元の色空間上で示す図



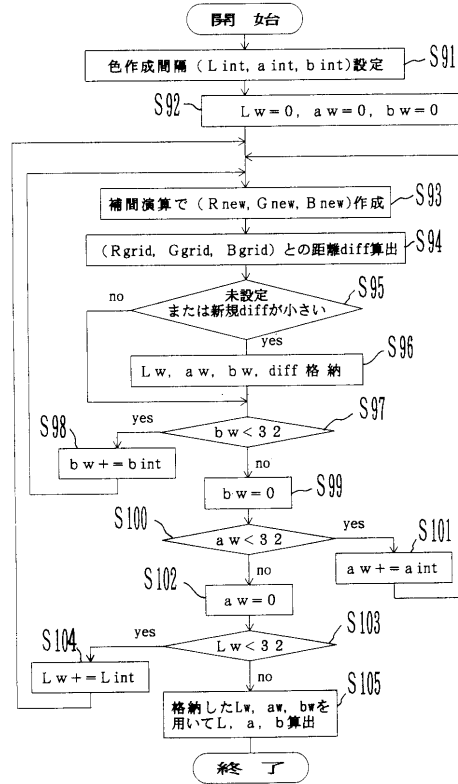
【図25】

本発明の一実施例に係わる立方体補間で使用する重み係数の算出方法を説明する図



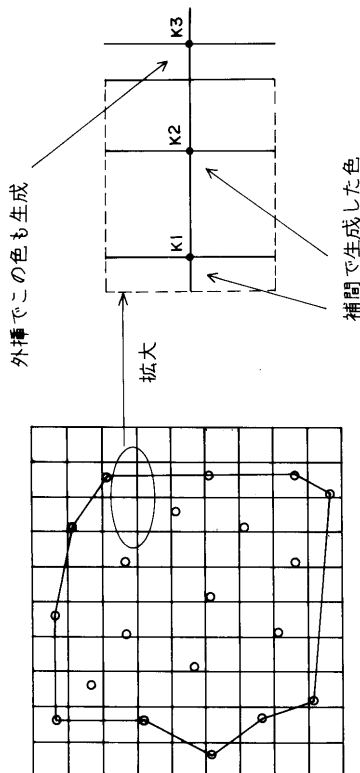
【図26】

本発明の第1実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャート



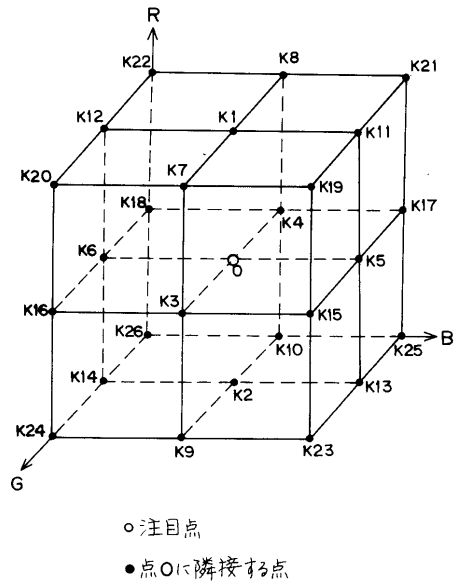
【図27】

本発明の一実施例に係わる外挿点生成方法を色空間上で2次元的に示す図



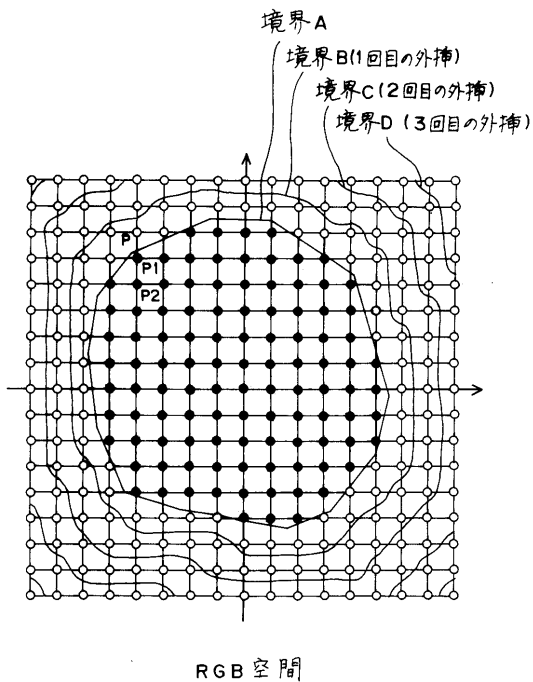
【図28】

本発明の一実施例に係わる3次元空間上での隣接点を示す図



【図29】

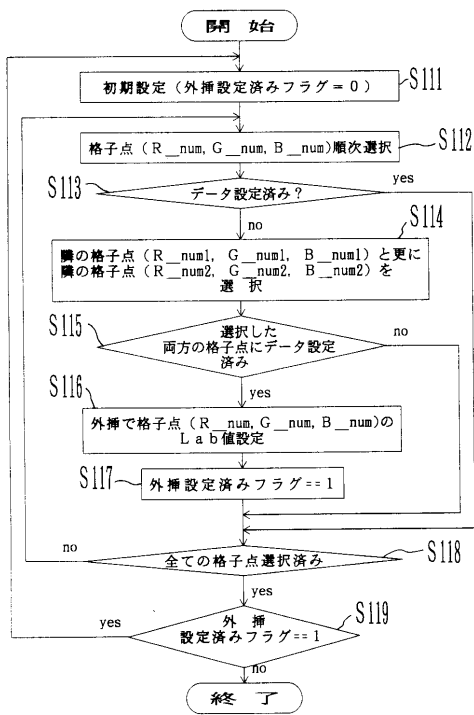
本発明の一実施例に係わる
外挿点選択処理をRGB空間上で2次的に示す図



- 補間点
- 外挿点

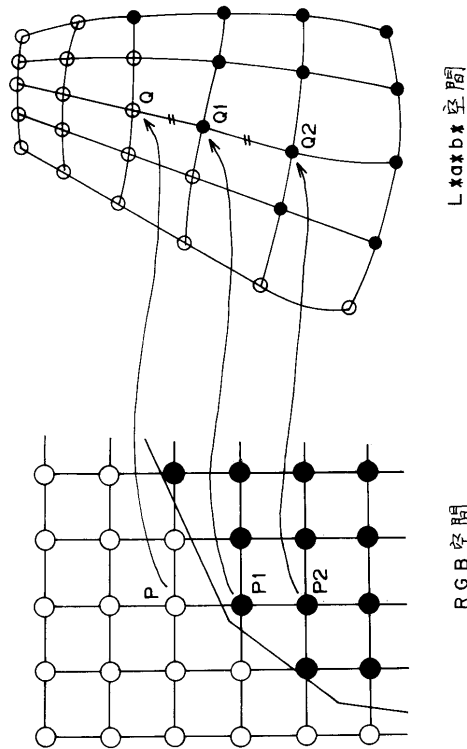
【図31】

本発明の一実施例に係わる
外挿による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャート



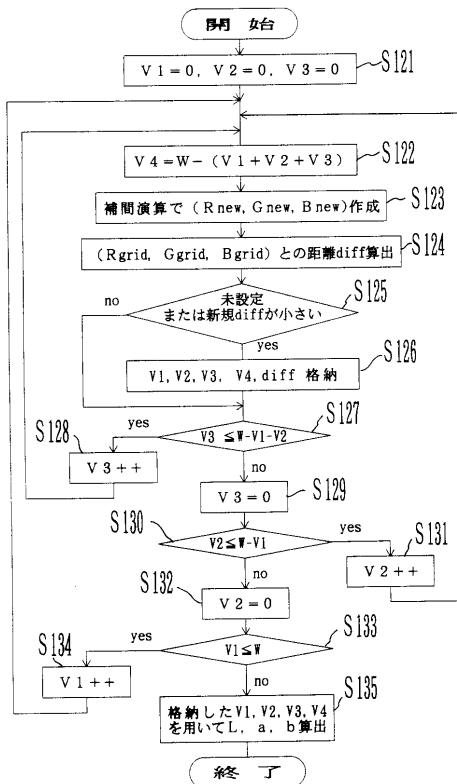
【図30】

本発明の一実施例に係わる外挿点生成時における
RGB信号とL*a*b*信号との対応関係を示す図



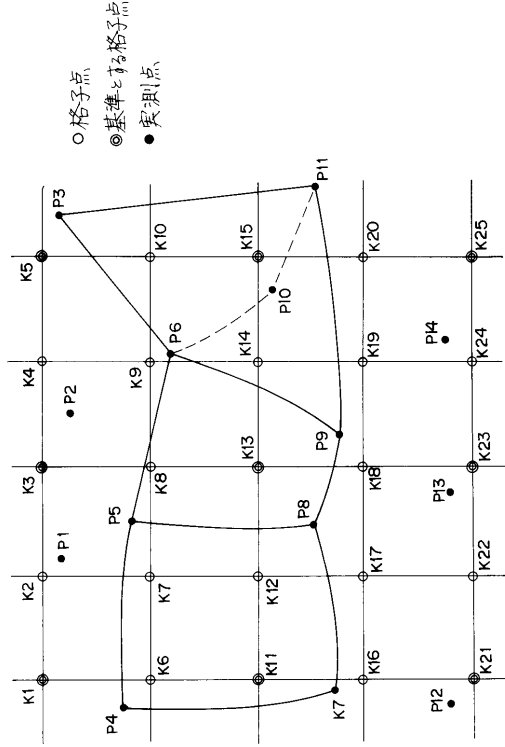
【図32】

本発明の第2実施例に係わる
補間による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャート



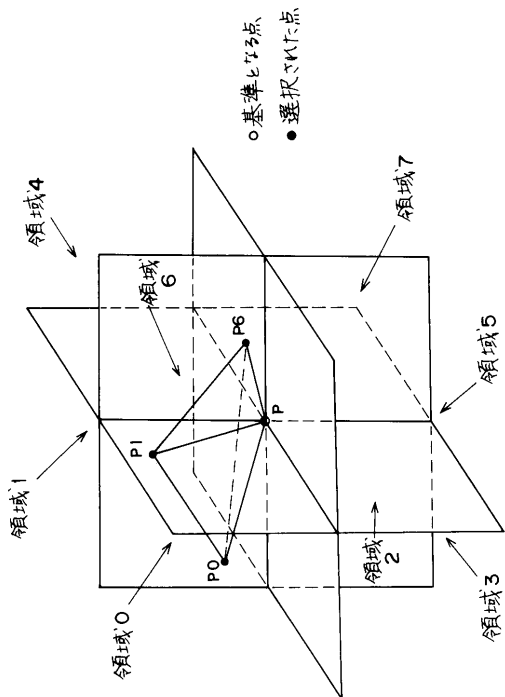
【図33】

本発明の第3実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を色空間上で示す図



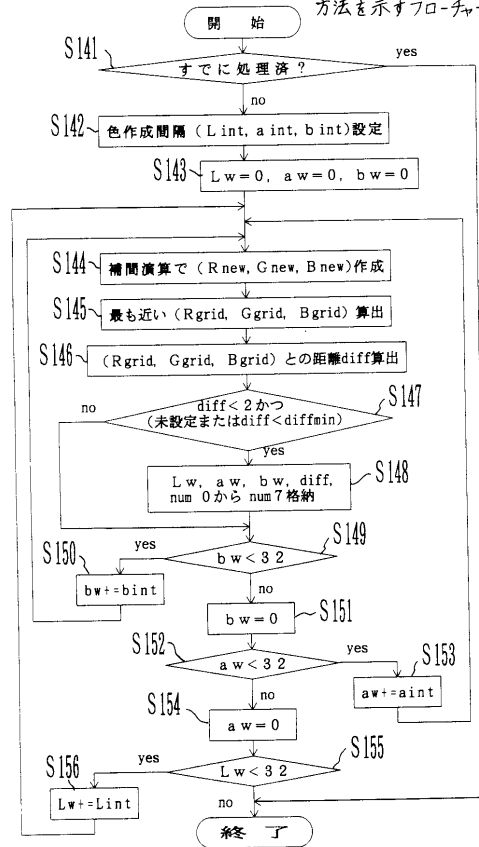
【図35】

本発明の一実施例に係わる色信号選択方法を3次元の色空間上で示す図



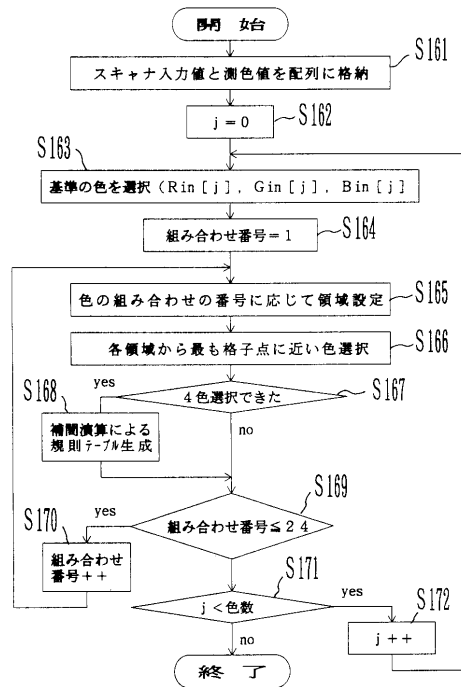
【図34】

本発明の第3実施例に係わる補間による規則的な色信号の生成方法を示すフローチャート



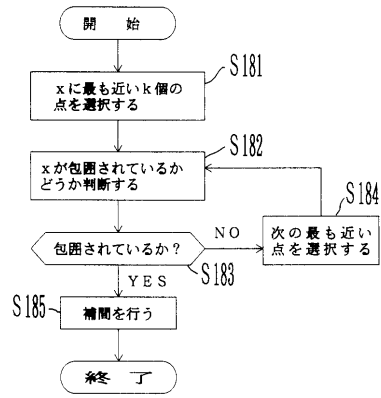
【図36】

本発明の第2実施例に係わる色信号の組の選択方法を示すフローチャート



【図 37】

従来の包囲点選択方法を示すフローチャート



フロントページの続き

(72)発明者 仙波 聡史
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

合議体

審判長 原 光明

審判官 脇岡 剛

審判官 月野 洋一郎

(56)参考文献 特開平5 - 110840 (JP, A)
特開平6 - 98161 (JP, A)
特開平7 - 222011 (JP, A)
特開平7 - 95431 (JP, A)
特開平3 - 127186 (JP, A)