

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3954244号

(P3954244)

(45) 発行日 平成19年8月8日(2007.8.8)

(24) 登録日 平成19年5月11日(2007.5.11)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	1/60	(2006.01)	HO4N	1/40	D
GO6T	1/00	(2006.01)	GO6T	1/00	510
HO4N	1/46	(2006.01)	HO4N	1/46	Z

請求項の数 17 (全 22 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-203254 (22) 出願日 平成11年7月16日(1999.7.16) (65) 公開番号 特開2001-36757(P2001-36757A) (43) 公開日 平成13年2月9日(2001.2.9) 審査請求日 平成16年8月6日(2004.8.6)</p>	<p>(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号 (74) 代理人 100080159 弁理士 渡辺 望稔 (74) 代理人 100090217 弁理士 三和 晴子 (74) 代理人 100112645 弁理士 福島 弘薫 (72) 発明者 高平 正行 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会 社内 最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 色再現空間の圧縮・伸張方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の画像入出力手段の色再現空間を、色再現空間の形状または大きさの異なる第2の画像入出力手段の色再現空間に変換する色再現空間の圧縮・伸張方法であって、

均等色空間上の同一色相面内に表示される第1の画像入出力手段の色再現領域の彩度を、前記同一色相面内において圧縮または伸張する彩度圧縮・伸張ステップと、

この圧縮または伸張した色再現領域の明度を同一色相面内で修正するステップであって、彩度値が0の時は修正せず、前記圧縮または伸張した色再現領域の最大彩度値を持つ最高彩度点を、前記第2の画像入出力手段の色再現空間の前記同一色相面内に表される色再現領域内の所定の点に修正し、彩度値が0以上前記最大彩度値以下の範囲で彩度値が高くなるにつれ非線形に修正量を変化させて修正する明度修正ステップと、

前記彩度圧縮・伸張ステップおよび前記明度修正ステップで処理された色再現領域を、前記同一色相面内で前記第2の画像入出力手段の色再現領域内に圧縮または伸張して対応させる明度圧縮・伸張ステップとを備えることを特徴とする色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項2】

前記第1の画像入出力手段の色再現空間に、前記色再現空間の圧縮・伸張方法を用いて圧縮または伸張を施す前に、前記第2の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状を前記第1の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状に応じて修正を行う色再現領域補正ステップを備える請求項1に記載の色再現空間の圧縮・伸張方法。

10

20

【請求項 3】

前記色再現空間の圧縮・伸張方法を用いて前記第 1 の画像入出力手段の色再現空間に圧縮または伸張を施す前に、前記第 1 の画像入出力手段の色再現領域または前記第 2 の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状の非線形部を線形に修正する非線形補正ステップを備える請求項 1 または 2 に記載の色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の色再現空間の圧縮・伸張方法であって、

前記色再現空間の圧縮・伸張方法を用いて前記第 1 の画像入出力手段の色再現空間に圧縮または伸張を施す前に、前記第 1 の画像入出力手段の色再現領域または前記第 2 の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状の非線形部を線形に修正する非線形補正ステップを備え、

10

前記色再現領域補正ステップは、前記第 2 の画像入出力手段の色再現領域の原色の色相を、前記第 1 の画像入出力手段の色再現領域内の原色の色相に合わせることにより、前記第 2 の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状を補正し、

前記非線形補正ステップは、均等色空間上の同一色相面内で、前記第 1 の画像入出力手段または前記第 2 の画像入出力手段の色再現領域上のエッジ形状の彩度の変化に対する明度の変化が非線形である場合に、前記色再現領域上のエッジ形状の彩度の変化に対する明度の変化を線形に修正することを特徴とする色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項 5】

前記第 1 の画像入出力手段の色再現空間に前記色再現空間の圧縮・伸張方法を施す前に

20

、
前記第 1 の画像入出力手段の色再現空間または前記第 2 の画像入出力手段の色再現空間内の白色の点または黒色の点、均等色空間上の明度軸上に位置しない場合、白色の点および白色近傍領域または黒色の点および黒色近傍領域を修正して、白色の点および黒色の点を前記明度軸上に修正する白色黒色調整ステップと、

この明度軸上に調整された白色の点および黒色の点の位置によって定まる前記第 1 の画像入出力手段の色再現空間の明度範囲と前記第 2 の画像入出力手段の色再現空間の明度範囲とを拡大または縮小させて一致させる明度範囲調整ステップと、

前記色再現領域補正ステップ、または前記非線形補正ステップで色再現領域のエッジ形状を補正して定め、色再現領域に応じた色再現域補正パラメータを算出する色再現域補正パラメータ算出ステップと、

30

この色再現域補正パラメータ算出ステップで算出された色再現域補正パラメータを用いて、色相毎に補正された色再現領域を求め、色再現空間の圧縮または伸張の対象とする前記第 1 の画像入出力手段の色再現空間、または色再現空間の圧縮または伸張先の前記第 2 の画像入出力手段の色再現空間とする色再現空間算出ステップとを備えた請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載の色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項 6】

さらに、色再現空間の補正のために色相の調整を行う調整パラメータを設け、前記色再現領域のエッジ形状の修正を行う際に、前記色相の調整を行う調整パラメータに基づいて圧縮または伸張する変換先の色再現空間の対応する色相を調整するステップを有する請求項 2 ~ 5 のいずれかに記載の色再現空間の圧縮・伸張方法。

40

【請求項 7】

前記色相の調整を行う調整パラメータは、原色に関する調整パラメータである請求項 6 に記載の色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項 8】

色再現空間の補正を行うために算出される色再現域補正パラメータは、均等色空間上、着目する色相の両側に位置する原色の前記調整パラメータから前記着目する色相の位置に応じて補間することにより、前記着目する色相のデータに加算される色再現域補正量を求める請求項 7 に記載の色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項 9】

50

前記彩度圧縮・伸張ステップ、前記明度修正ステップおよび前記明度圧縮・伸張ステップは、

色再現空間の補正のために設定された彩度範囲および明度範囲のうち少なくとも1つの調整を行う調整パラメータに基づいて、圧縮または伸張する変換先の色再現空間の対応する彩度範囲および明度範囲のうち少なくとも1つを調整する請求項1～8のいずれかに記載の色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項10】

前記彩度範囲および前記明度範囲のうち少なくとも1つの調整を行う調整パラメータは、原色に関する調整パラメータである請求項9に記載の色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項11】

請求項9または10に記載の再現空間の圧縮・伸張方法であって、

前記彩度圧縮・伸張ステップの前に、均等色空間上の同一色相面内において、前記第1の画像入出力手段の色再現領域の前記最高彩度点の明度値と等しい明度値を持つ前記第2の画像入出力手段の色再現領域のエッジ上の彩度値 C_1 を求め、

前記同一色相面内で、前記第1の画像入出力手段および前記第2の画像入出力手段の色再現領域の共通領域のうち、最大の彩度値を持つ共通領域最高彩度点の彩度値 C_2 を求め、

さらに、前記同一色相面内で、前記第2の画像入出力手段の色再現領域の最高彩度点の彩度値 C_3 を求め、

これら求められた彩度値のうち、前記彩度値 C_2 を中心として前記彩度値 C_1 および前記彩度値 C_3 を調整最大範囲とする彩度範囲の調整を行う前記調整パラメータを設定し、

この調整パラメータを用いて前記彩度値 C_1 、彩度値 C_2 および彩度値 C_3 から補間によって彩度値を求め、この彩度値を有する、前記第2の画像入出力手段の色再現領域のエッジ上で前記最高彩度点の明度値に近い方の点を求めて修正最高彩度点とし、

前記彩度圧縮・伸張ステップにおいて、圧縮または伸張する色再現領域の最高彩度点の彩度値を、前記修正最高彩度点の彩度値とする圧縮または伸張を前記第1の画像入出力手段の色再現領域に施し、

その後、前記明度修正ステップにおいて、色再現領域の最高彩度点の明度値を前記修正最高彩度点の明度値に一致させる明度値の修正を、彩度の圧縮または伸張の変換の施された色再現領域に対して行うことを特徴とする色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項12】

請求項11に記載の色再現空間の圧縮・伸張方法であって、

前記明度圧縮・伸張ステップは、明度の圧縮または伸張を行う前に、

均等色空間上の同一色相面内において、前記第1の画像入出力手段の色再現領域と前記第2の画像入出力手段の色再現領域との共通領域、および前記明度修正ステップにおいて、明度修正の施された色再現領域の両方に属する色再現領域を一致度重視領域として求め、

さらに、前記同一色相面において、前記第2の画像入出力手段の色再現領域内のエッジの一部を、前記一致度重視領域の外側にあり前記第2の画像入出力手段の色再現領域の内側において、彩度値0より彩度値が大きくなるにつれ前記第2の画像入出力手段の色再現領域内に非線形的に曲がり、前記修正最高彩度点の彩度値において前記修正最高彩度点に到る曲線と取り替えて得られる色再現領域を色再現範囲重視領域として求め、

この色再現範囲重視領域と前記一致度重視領域とを用い、設定された明度範囲の調整を行う前記調整パラメータから補間して、修正明度領域を色相面ごとに得、

さらにその後、前記明度圧縮・伸張ステップにおいて、前記明度修正ステップで修正された色再現領域を圧縮または伸張して、前記修正明度領域に変換させる色再現空間の圧縮・伸張方法を色相面毎に行うことを特徴とする色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項13】

請求項1～12のいずれかに記載の色再現空間の圧縮・伸張方法であって、

前記明度圧縮・伸張ステップは、圧縮または伸張する色再現領域のエッジ近傍は圧縮ま

10

20

30

40

50

たは伸張の比率が大きく、圧縮または伸張する色再現領域のエッジ近傍から離れるにつれて圧縮または伸張の比率が小さくなる非線形の圧縮または伸張を行うことを特徴とする色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の色再現空間の圧縮・伸張方法であって、

前記明度圧縮・伸張ステップは、圧縮または伸張される色再現領域内において、彩度値を一定として圧縮または伸張する際、一定の彩度値での最大明度値と最小明度値の中間値の値を持つ中間点では圧縮または伸張の比率が 0 となるように固定し、この中間点から離れるにしたがって圧縮または伸張の比率が大きくなる圧縮・伸張方法であり、

前記圧縮または伸張の比率が予め設定された最大圧縮比率または最大伸張比率を超える場合、前記最大圧縮比率および前記最大伸張比率に納まるように、前記中間点の圧縮または伸張による変換先を移動させることを特徴とする色再現空間の圧縮・伸張方法。

10

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の色再現空間の圧縮・伸張方法であって、

前記中間点を変換によって移動しても、前記圧縮または伸張比率が予め設定された前記最大圧縮比率または前記最大伸張比率を超える場合、前記第 1 の画像入出力手段の色再現領域の前記中間点の彩度値と同じ前記第 2 の画像入出力手段の色再現領域内の彩度値における最大明度値と最小明度値の中間値の値を持つ点を固定点とし、この固定点では圧縮・伸張比率が 0 であり、この固定点から離れるにしたがって圧縮または伸張比率が増大し、最大明度値および最小明度値では、前記最大圧縮比率または前記最大伸張比率となる圧縮または伸張を行い、その後線型的に圧縮または伸張することを特徴とする色再現空間の圧縮・伸張方法。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 1 5 のいずれかに記載の色再現空間の圧縮・伸張方法であって、

前記彩度圧縮・伸張ステップの前に、前記第 1 の画像入出力手段および前記第 2 の画像入出力手段の色再現領域の共通領域のうち、同一色相面内で最大の彩度値を持つ共通領域最高彩度点を予め求め、

前記彩度圧縮・伸張ステップにおいて、圧縮または伸張する色再現領域の最高彩度点の彩度値を前記共通領域最高彩度点の彩度値とする圧縮または伸張を色再現領域に対して行い、

30

その後、前記明度修正ステップにおいて、彩度の圧縮または伸張の変換の施された色再現領域の最高彩度点を前記共通領域最高彩度点に一致させる明度値の修正を行い、

その後、前記明度圧縮・伸張ステップにおいて、前記明度修正ステップで修正された色再現領域を圧縮または伸張して、前記第 1 の画像入出力手段および前記第 2 の画像入出力手段の色再現領域の共通領域に変換させる色再現空間の圧縮・伸張方法を色相面毎に行うことを特徴とする色再現空間の圧縮・伸張方法。

【請求項 1 7】

前記彩度圧縮・伸張ステップ、または、前記明度圧縮・伸張ステップで行われる圧縮または伸張の変換は、規格化された 0 以上 1 以下の変換前の値を X とし、規格化された変換後の値を F とし、下記式 (1) で表される変換である請求項 1 ~ 1 6 のいずれかに記載の色再現空間の圧縮・伸張方法。

40

$$F = (k - 1) \cdot X^2 + X \quad (1)$$

ただし、k は、圧縮・伸張比率である。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像入出力手段の色再現空間の形状や大きさが異なる場合に行われる色再現空間同士の対応付けのための変換に関する方法であって、色再現領域を滑らかに維持し、かつ色の見えや階調を保ったまま色再現空間の異なる画像入出力手段と対応付けができ、さらにこの対応付けを好みに応じて調整することのできる色再現空間の圧縮・伸張方法の技

50

術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】

今日、カラーCRTモニタやカラー液晶モニタ等やカラープリンタ等が広く普及し、カラー画像の画像入出力装置として広く利用されている。

これらの画像入出力装置は、通常、R（赤）、G（緑）、B（青）やC（シアン）、M（マゼンダ）、Y（イエロー）やC、M、Y、K（黒）に係る画像データを制御することで所望の色を持つカラー画像を表示しあるいはプリント出力することができる。しかしながら、このような色画像データは、画像入出力装置の出力特性、分光感度特性に依存するため、特性の異なる画像入出力装置に出力する場合、その特性を考慮して画像データの色変換を行う必要が有る。特に、カラーCRTモニタやカラー液晶モニタとカラープリンタ間では分光感度特性が異なるために、例えばカラーCRTモニタで表示された画像の色がカラープリンタに出力された画像の色とある程度一致するように、色変換を最適に行つて色の見えの一致を行う必要がある。

10

【0003】

このような色変換を行うためには、画像入出力装置の表示可能な色再現空間を、色変換する変換先の画像入出力装置の色再現空間と対応させる必要が有り、すなわち、画像入出力装置に表示される色再現空間内を構成する色の点を変換先の画像入出力装置の色再現空間内の色の点に1対1に写像することのできる色変換、すなわち、色再現空間の圧縮や伸張方法が必要である。しかも、その際、色変換によって、色相をはじめ明度や彩度が色再現領域において滑らかに維持され、かつ色の見えや階調を保つ色再現空間の圧縮や伸張であることが必要である。

20

【0004】

このような色再現空間は、一般に画像入出力装置に依存しない画像データ、例えば、国際照明委員会（CIE）が規定するCIEXYZ表示系の3刺激値（X，Y，Z）を用いて得られるCIEL*a*b*表色系の明度指数L*（明度）および知覚色度指数a*，b*（色相および彩度）等の画像データによって形成される均等色空間上の色再現空間が利用されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

この均等色空間上の色再現空間を用いることによって、例えばカラーCRTモニタやカラー液晶モニタとカラーキャナとの間では、色再現空間の特性はともに線型であり色再現空間の特徴も近いことから、色再現空間の圧縮や伸張を行つて色再現空間内の点を対応付ける（カラーマッチングを行う）ことが容易にできる。しかし、カラーCRTモニタやカラー液晶モニタ等の透過光を用いて画像表示する加法混色系は、高明度領域においても色再現域が広く、色を鮮やかに出力するが、カラープリンタ等の反射光を用いて画像表示する減法混色系では、高明度領域において十分に高彩度の色を出力することはできず、比較的低明度領域で色再現が広く、色再現空間が大きく異なるため、カラーCRTモニタやカラー液晶モニタとカラープリンタとの間で色再現空間の圧縮や伸張を行つて対応付けを行うことは困難である。

30

また、カラープリンタ同士では、色再現空間のエッジ部分の形状が直線的でなく丸みを持った非線形の形状をしているため、色再現空間を圧縮や伸張を行つて対応付けを行うことは困難である。

40

【0006】

このような色再現空間の圧縮や伸張に対して、特許第2845523号公報では、色再現範囲の比に応じて色再現範囲を拡大し、また色再現空間を彩度方向に拡大写像する場合、色再現範囲の重なる部分の中央部は写像変換せず、その周辺部のみを写像変換する簡易的な方法を提案している。また、特開平5-298437号公報では、色再現空間上の色相および明度を固定して、彩度のみを圧縮する画像処理装置を提案している。しかし、これらはいずれも色変換される変換先の画像出力装置の色再現空間の形状を十分に考慮して

50

色再現空間の対応付けを行っておらず、またユーザの好みに応じて色再現空間の対応付けを調整する処理が行われていないため、色再現領域を滑らかに維持し、かつ色の見えや階調を保ったまま色再現空間の対応付けがユーザの満足のいく程度に実現できない。

また、特開平7-123283号公報では、色再現空間を有限要素法を用いてモデル化し、弾性係数を入力して、弾性変形させることによって、異なる色再現空間に対応付けを行うことを提案している。しかし、弾性係数は、有限要素の微小領域ごとに入力する必要があり、ユーザがこの係数を調整指示しなければならない。そのため、調整指示作業が煩雑であり、変換後の色と対応付けを行うのは困難である。

【0007】

そこで、本発明は、上記問題点を克服し、画像入出力手段の色再現空間の形状や大きさが異なり、色再現空間同士の対応付けを行う際に、カラープリンタ等の色再現空間内の領域を活かしながら、所望のカラーマッチングが行えるように、色再現領域を滑らかに維持し、かつ色の見えや階調を保ったまま色再現空間の異なる画像入出力手段と対応付けができ、さらにこの対応付けを好みに応じて容易に調整することのできる色再現空間の圧縮・伸張方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明第1の態様は、第1の画像入出力手段の色再現空間を、色再現空間の形状または大きさの異なる第2の画像入出力手段の色再現空間に変換する色再現空間の圧縮・伸張方法であって、

均等色空間上の同一色相面内に表示される第1の画像入出力手段の色再現領域の彩度を、前記同一色相面内において圧縮または伸張する彩度圧縮・伸張ステップと、

この圧縮または伸張した色再現領域の明度を同一色相面内で修正するステップであって、彩度値が0の時は修正せず、前記圧縮または伸張した色再現領域の最大彩度値を持つ最高彩度点を、前記第2の画像入出力手段の色再現空間の前記同一色相面内に表される色再現領域内の所定の点に修正し、彩度値が0以上前記最大彩度値以下の範囲で彩度値が高くなるにつれ非線形に修正量を変化させて修正する明度修正ステップと、

前記彩度圧縮・伸張ステップおよび前記明度修正ステップで処理された色再現領域を、前記同一色相面内で前記第2の画像入出力手段の色再現領域内に圧縮または伸張して対応させる明度圧縮・伸張ステップとを備えることを特徴とする色再現空間の圧縮・伸張方法を提供するものである。

【0009】

その際、前記第1の画像入出力手段の色再現空間に、前記色再現空間の圧縮・伸張方法を用いて圧縮または伸張を施す前に、前記第2の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状を前記第1の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状に応じて修正を行う色再現領域補正ステップを備えるのが好ましく、また、前記色再現空間の圧縮・伸張方法を用いて前記第1の画像入出力手段の色再現空間に圧縮または伸張を施す前に、前記第1の画像入出力手段の色再現領域または前記第2の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状の非線形部を線形に修正する非線形補正ステップを備えるのが好ましい。

【0010】

さらに、色再現空間の補正のために色相の調整を行う調整パラメータを設け、前記色再現領域のエッジ形状の修正を行う際に、前記色相の調整を行う調整パラメータに基づいて圧縮または伸張する変換先の色再現空間の対応する色相を調整するステップを有するのが好ましい。その際、前記色相の調整を行う調整パラメータは、原色に関する調整パラメータであるのが好ましく、色再現空間の補正を行うために算出される色再現領域補正パラメータは、均等色空間上、着目する色相の両側に位置する原色の前記調整パラメータから前記着目する色相の位置に応じて補間することにより、前記着目する色相のデータに加算される色再現領域補正量を求めるのが好ましい。

また、前記彩度圧縮・伸張ステップ、前記明度修正ステップおよび前記明度圧縮・伸張ステップは、色再現空間の補正のために設定された彩度範囲および明度範囲のうち少なく

10

20

30

40

50

とも1つの調整を行う調整パラメータに基づいて、圧縮または伸張する変換先の色再現空間の対応する彩度範囲および明度範囲のうち少なくとも1つを調整することが好ましい。
その際、前記彩度範囲および前記明度範囲のうち少なくとも1つの調整を行う調整パラメータは、原色に関する調整パラメータであるのが好ましい。

【0011】

また、前記第1の画像入出力手段の色再現空間に前記色再現空間の圧縮・伸張方法を施す前に、

前記第1の画像入出力手段の色再現空間または前記第2の画像入出力手段の色再現空間内の白色の点または黒色の点が、均等色空間上の明度軸上に位置しない場合、白色の点および白色近傍領域または黒色の点および黒色近傍領域を修正して、白色の点および黒色の点を前記明度軸上に修正する白色黒色調整ステップと、

この明度軸上に調整された白色の点および黒色の点の位置によって定まる前記第1の画像入出力手段の色再現空間の明度範囲と前記第2の画像入出力手段の色再現空間の明度範囲とを拡大または縮小させて一致させる明度範囲調整ステップと、

前記色再現領域補正ステップ、または前記非線形補正ステップで色再現領域のエッジ形状を補正して定め、色再現領域に応じた色再現域補正パラメータを算出する色再現域補正パラメータ算出ステップと、

この色再現域補正パラメータ算出ステップで算出された色再現域補正パラメータを用いて、色相毎に補正された色再現領域を求め、色再現空間の圧縮または伸張の対象とする前記第1の画像入出力手段の色再現空間、または色再現空間の圧縮または伸張先の前記第2の画像入出力手段の色再現空間とする色再現空間算出ステップとを備えるのが好ましい。

【0012】

また、上記色再現空間の圧縮・伸張方法であって、

前記色再現空間の圧縮・伸張方法を用いて前記第1の画像入出力手段の色再現空間に圧縮または伸張を施す前に、前記第1の画像入出力手段の色再現領域または前記第2の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状の非線形部を線形に修正する非線形補正ステップを備え、

前記色再現領域補正ステップは、前記第2の画像入出力手段の色再現領域の原色の色相を、前記第1の画像入出力手段の色再現領域内の原色の色相に合わせることにより、前記第2の画像入出力手段の色再現領域のエッジ形状を補正し、

前記非線形補正ステップは、均等色空間上の同一色相面内で、前記第1の画像入出力手段または前記第2の画像入出力手段の色再現領域上のエッジ形状の彩度の変化に対する明度の変化が非線形である場合に、前記色再現領域上のエッジ形状の彩度の変化に対する明度の変化を線形に修正することが好ましい。

【0013】

また、前記明度圧縮・伸張ステップは、圧縮または伸張する色再現領域のエッジ近傍は圧縮または伸張の比率が大きく、圧縮または伸張する色再現領域のエッジ近傍から離れるにつれて圧縮または伸張の比率が小さくなる非線形の圧縮または伸張を行うことが好ましく、その際、前記明度圧縮・伸張ステップは、圧縮または伸張される色再現領域内において、彩度値を一定として圧縮または伸張する際、一定の彩度値での最大明度値と最小明度値の中間値の値を持つ中間点では圧縮または伸張の比率が0となるように固定し、この中間点から離れるにしたがって圧縮または伸張の比率が大きくなる圧縮・伸張方法であり、前記圧縮または伸張の比率が予め設定された最大圧縮比率または最大伸張比率を超える場合、前記最大圧縮比率および前記最大伸張比率に納まるように、前記中間点の圧縮または伸張による変換先を移動させることが好ましく、さらにその際、前記中間点を変換によって移動しても、前記圧縮または伸張比率が予め設定された前記最大圧縮比率または前記最大伸張比率を超える場合、前記第1の画像入出力手段の色再現領域の前記中間点の彩度値と同じ前記第2の画像入出力手段の色再現領域内の彩度値における最大明度値と最小明度値の中間値の値を持つ点を固定点とし、この固定点では圧縮・伸張比率が0であり、この固定点から離れるにしたがって圧縮または伸張比率が増大し、最大明度値および最小明度

値では、前記最大圧縮比率または前記最大伸張比率となる圧縮または伸張を行い、その後線型的に圧縮または伸張することが好ましい。

【0014】

また、上記本発明の第1の態様は、前記彩度圧縮・伸張ステップの前に、前記第1の画像入出力手段および前記第2の画像入出力手段の色再現領域の共通領域のうち、同一色相面内で最大の彩度値を持つ共通領域最高彩度点を予め求め、

前記彩度圧縮・伸張ステップにおいて、圧縮または伸張する色再現領域の最高彩度点の彩度値を前記共通領域最高彩度点の彩度値とする圧縮または伸張を色再現領域に対して行い、

その後、前記明度修正ステップにおいて、彩度の圧縮または伸張の変換の施された色再現領域の最高彩度点を前記共通領域最高彩度点に一致させる明度値の修正を行い、

その後、前記明度圧縮・伸張ステップにおいて、前記明度修正ステップで修正された色再現領域を圧縮または伸張して、前記第1の画像入出力手段および前記第2の画像入出力手段の色再現領域の共通領域に変換させる色再現空間の圧縮・伸張方法を色相面毎に行うのが好ましい。

【0015】

また、上記本発明の第1の態様は、前記彩度圧縮・伸張ステップの前に、均等色空間上の同一色相面内において、前記第1の画像入出力手段の色再現領域の前記最高彩度点の明度値と等しい明度値を持つ前記第2の画像入出力手段の色再現領域のエッジ上の彩度値 C_1 を求め、

前記同一色相面内で、前記第1の画像入出力手段および前記第2の画像入出力手段の色再現領域の共通領域のうち、最大の彩度値を持つ共通領域最高彩度点の彩度値 C_2 を求め、さらに、前記同一色相面内で、前記第2の画像入出力手段の色再現領域の最高彩度点の彩度値 C_3 を求め、

これら求められた彩度値のうち、前記彩度値 C_2 を中心として前記彩度値 C_1 および前記彩度値 C_3 を調整最大範囲とする彩度範囲の調整を行う前記調整パラメータを設定し、この調整パラメータを用いて前記彩度値 C_1 、彩度値 C_2 および彩度値 C_3 から補間によって彩度値を求め、この彩度値を有する、前記第2の画像入出力手段の色再現領域のエッジ上で前記最高彩度点の明度値に近い方の点を求めて修正最高彩度点とし、

前記彩度圧縮・伸張ステップにおいて、圧縮または伸張する色再現領域の最高彩度点の彩度値を、前記修正最高彩度点の彩度値とする圧縮または伸張を前記第1の画像入出力手段の色再現領域に施し、

その後、前記明度修正ステップにおいて、色再現領域の最高彩度点の明度値を前記修正最高彩度点の明度値に一致させる明度値の修正を、彩度の圧縮または伸張の変換の施された色再現領域に対して行うことが好ましい。

【0016】

その際、前記明度圧縮・伸張ステップは、明度の圧縮または伸張を行う前に、均等色空間上の同一色相面内において、前記第1の画像入出力手段の色再現領域と前記第2の画像入出力手段の色再現領域との共通領域、および前記明度修正ステップにおいて、明度修正の施された色再現領域の両方に属する色再現領域を一致度重視領域として求め、

さらに、前記同一色相面において、前記第2の画像入出力手段の色再現領域内のエッジの一部を、前記一致度重視領域の外側にあり前記第2の画像入出力手段の色再現領域の内側にあって、彩度値0より彩度値が大きくなるにつれ前記第2の画像入出力手段の色再現領域内に非線形的に曲がり、前記修正最高彩度点の彩度値において前記修正最高彩度点に到る曲線と取り替えて得られる色再現領域を色再現範囲重視領域として求め、

この色再現範囲重視領域と前記一致度重視領域とを用い、設定された明度範囲の調整を行う前記調整パラメータから補間して、修正明度領域を色相面ごとに得、

さらにその後、前記明度圧縮・伸張ステップにおいて、前記明度修正ステップで修正された色再現領域を圧縮または伸張して、前記修正明度領域に変換させる色再現空間の圧縮・伸張方法を色相面毎に行うことが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

また、前記彩度圧縮・伸張ステップ、または、前記明度圧縮・伸張ステップで行われる圧縮または伸張の変換は、規格化された0以上1以下の変換前の値をXとし、規格化された変換後の値をFとして、下記式(1)で表される変換であるのが好ましい。

$$F = (k - 1) \cdot X^2 + X \quad (1)$$

ただし、kは、圧縮・伸張比率である。

【 0 0 2 2 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法について、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法を実施する画像処理装置に基づいて、添付の図面に示される好適実施例を基に詳細に説明する。

10

【 0 0 2 3 】

図1に、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法を実施する画像処理装置10を示す。画像処理装置10は、カラスキャナ等から読み込まれ、明度補正やコントラスト補正やエッジ強調処理等の種々の処理の施されたカラーモニタ12に出力可能なRGB画像データを入力とし、カラープリンタ14に適合したCMY画像データを出力とする画像処理装置であるとともに、RGB画像データからカラープリンタ14に出力するためのCMY画像データを得るために、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法を用いて、RGB画像データに施す変換処理を求める画像処理装置である。

【 0 0 2 4 】

このような画像処理装置10は、均等色空間変換部16、前処理部18、彩度圧縮・伸張処理部20、明度修正部22、明度圧縮・伸張処理部24、出力画像データ変換部26、および画像入出力装置データベース記憶部28とを有して構成される。

20

さらに、画像処理装置10には、色再現空間の圧縮や伸張の変換のための調整パラメータ等を入力するマウス・キーボード30が備えられている。また、図示されないが、画像処理装置10全体を制御するCPUや画像処理に必要な記憶手段を備える。

【 0 0 2 5 】

カラーモニタ12は、RGB画像データから画像表示すると共に、画像処理装置10と接続されてユーザが表示画面を見ながら、種々の調整パラメータ等をマウス・キーボード30から入力するために用いられる。

30

【 0 0 2 6 】

均等色空間変換部16は、RGB画像データを、下記式(2)に従って3刺激値XYZ表色系に変換し、その後3刺激値(X, Y, Z)から下記式(3)~(5)を用いてCIE L*a*b*表色系の明度指数vおよび知覚色度指数a*, b* (色相および彩度)に変換する。

【 数 1 】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} X_r & X_g & X_b \\ Y_r & Y_g & Y_b \\ Z_r & Z_g & Z_b \end{bmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (2)$$

40

ここで、(X_r, Y_r, Z_r)、(X_g, Y_g, Z_g)および(X_b, Y_b, Z_b)は、原色R、GおよびBのXYZ表色系での3刺激値であり、(R, G, B)はRGB画像データのRGB表色系での刺激値である。

$$v = 1.16 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{(1/3)} - 1.6 \quad (3)$$

$$a^* = 50.0 \left\{ \left(\frac{X}{X_n} \right)^{(1/3)} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{(1/3)} \right\} \quad (4)$$

$$b^* = 20.0 \left\{ \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{(1/3)} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{(1/3)} \right\} \quad (5)$$

ここで、X_n, Y_n および Z_n は、基準となる3刺激値である。

式(3)~(5)で得られたv、a* および b* の値は、彩度圧縮・伸張処理部20に送

50

られる。

【0027】

前処理部18は、RGB画像データに施す変換処理を求めるために、変換前後の色再現空間の形状に予め修正や補正の前処理を施す部分であり、この前処理の処理方法は、カラーモニタ12やカラープリンタ14の色再現空間内の白色の点または黒色の点が、均等色空間上の明度軸上に存在しない場合、すなわち色再現空間内の白色の点または黒色の点の a^* の値および b^* の値が0でない場合、白色の点および白色近傍領域(HL領域)または黒色の点および黒色近傍領域(SD領域)を変換によって修正して、白色の点および黒色の点を前記明度軸上に修正する白色黒色調整ステップ(HL・SD調整ステップ)と、この明度軸上の白色の点および黒色の点によって規定されるカラーモニタ12やカラープリンタ14の色再現空間の明度範囲を拡大または縮小させてお互いに一致させる明度範囲調整ステップと、カラーモニタ12やカラープリンタ14の色再現空間の形状を補正する色再現域補正ステップと、補正された色再現領域に応じて色再現空間全体の色再現域補正用パラメータを算出する色再現域補正パラメータ算出ステップと、この色再現域補正パラメータ算出ステップで算出された色再現域補正用パラメータを用いて、色相毎に補正された色再現領域を求める色再現空間算出ステップとを有して構成される。これら各種ステップについては、詳細に後述する。

10

【0028】

図2は、カラーモニタ12やカラープリンタ14の色再現空間を、CIE L^{*}a^{*}b^{*}表色系のv(以降、L^{*}をvとして表す) a^{*}およびb^{*}で表す均等色空間上の色相面において表し、カラーモニタ12の色再現領域は色再現領域R₁、カラープリンタ14の色再現領域は色再現領域R₂と表わされている。なお、横軸の彩度sは、 $(a^{*2} + b^{*2})^{(1/2)}$ によって表される。

20

ここで、彩度圧縮・伸張処理部20は、図2に示されるように、色相面において、カラーモニタ12の色再現領域R₁の最大彩度値S_{max1}が色再現領域R₁およびR₂の共通領域R₃の共通領域最高彩度点P₃の彩度値S_cになるように、色再現領域R₁を彩度s方向に圧縮する処理部である。本実施例では、色再現領域R₁およびR₂の共通領域R₃に変換するために必ず圧縮されるが、本発明ではこれに限られず、カラープリンタ14の色再現領域R₂に応じて、後述する圧縮・拡大変換式を用い圧縮・伸張比率kを調整することによって、カラープリンタ14の色再現領域R₂内に伸張して対応させる拡大変換を行うこともできる。

30

【0029】

明度修正部22は、彩度圧縮・伸張処理部20によって色再現領域R₁を圧縮して得られた色再現領域R₁'の明度を同一色相面内で修正する部分である。この同一色相面内で行われる明度値の修正は、彩度値が0の時は修正せず、色再現領域R₁'の最高彩度点を、色再現領域R₁およびR₂の共通領域R₃の最高彩度点である共通領域最高彩度点P₃に修正し、彩度値が0以上共通領域最高彩度点P₃の彩度値S_cの間では彩度値が高くなるにつれ非線形に明度の修正量を変化させるものである。このようにして色再現領域R₁を圧縮して得られた色再現領域R₁'の明度値を修正し、最高彩度点P₁が共通領域R₃の共通領域最高彩度点P₃に一致する色再現領域R₁''を得る。

40

【0030】

明度圧縮・伸張処理部24は、色再現領域R₁''を明度v方向に圧縮または伸張を行い、色再現領域R₁、R₂の共通領域R₃内に変換する部分である。色再現領域R₁''は、必ずしも色再現領域R₁、R₂の共通領域R₃内に含まれず、その結果、色再現領域R₂に必ずしも含まれないからである。圧縮・拡大は後述する圧縮・拡大変換式を用い行われ、圧縮・伸張比率kを調整することによって拡大また伸張を行うことができる。

【0031】

出力画像データ変換部26は、画像処理装置10においてカラープリンタ14の再現色空間内に変換された、明度指数vおよび知覚色度指数a^{*}、b^{*}によって表される画像データに対して、カラープリンタ14の出力特性に応じて定まるCMY画像データに変換され

50

る。

すなわち、式(3)~(5)に従って3刺激値XYZ表色系に変換され、さらに公知の方法によってCMY画像データに変換される。

【0032】

画像入出力装置データベース記憶部28は、カラーモニタ12やカラープリンタ14の機種等に応じて定まる色再現空間のデータを保存した記憶部分であり、これらのデータは、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法を定めるためのデータとして用いられ、マウス・キーボード30からユーザがカラーモニタ12やカラープリンタ14の機種等を入力することで、画像入出力装置データベース記憶部28から色再現空間のデータが呼び出され、前処理部18に送られる。

10

【0033】

画像処理装置10は、カラーモニタ12やカラープリンタ14の機種に応じて色再現空間の圧縮・伸張方法が一旦定まると、これをRGB画像データからCMY画像データに変換する多数のデータセットを備えるルックアップテーブル(LUT)を作成し、このルックアップテーブルによって、RGB画像データからCMY画像データへの変換を一括して行ってもよい。

【0034】

次に、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法について、画像処理装置10で行われる処理に従って説明する。

画像処理装置10は、RGB画像データを変換してカラープリンタ14の色再現空間に適合するように、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法に従って、RGB画像データに対して施す均等色空間上の圧縮や伸張の変換を定める機能を有する。

20

まず、図3に示されるように、マウス・キーボード30でカラーモニタ12とカラープリンタ14の機種を入力し、画像入出力装置データベース記憶部28からカラーモニタ12とカラープリンタ14の入出力装置のデータを読み込み、色再現空間のデータを得る(ステップ100)。

【0035】

得られる色再現空間のデータは、カラーモニタ12に表示され、例えば図4(a)に示されるように、均等色空間上のある色相面で表示される。

まず、図4(a)に示されるように、色再現空間において白色の点(明度vの最大値を持つ点)や黒色の点(明度vの最小値を持つ点)が明度軸v上にない場合、白色の点および白色近傍領域(HL領域)または黒色の点および黒色近傍領域(SD領域)を調整して、白色の点および黒色の点を明度軸v上に修正する白色黒色調整(HL・SD調整)を行う(ステップ102)。白色黒色調整は、マウス・キーボード30を用いて、表示画面上で色再現領域のエッジ形状を形状A₁から形状A₂に滑らかに修正する。

30

【0036】

次に、白色黒色調整の行われた色再現空間は、カラーモニタ12とカラープリンタ14の色再現空間の明度範囲が一致するように拡大または縮小をして明度範囲の調整を行う(ステップ104)。明度範囲の調整は、予め色再現空間から最小明度値を差し引き、色順応変換で用いられるvon Kriesの方法等を利用して色変換し、その後変換先の最小彩度値を加算する。すなわち、カラーモニタ12の再現色空間の白色および黒色の明度値をカラープリンタ14の再現色空間の最大明度値に一致させ、またその逆にカラープリンタ14の再現色空間の白色や黒色の明度値をカラーモニタ12の再現色空間の最大明度値に一致させる。図4(b)に示されるように、色再現領域のエッジ形状を形状A₃から形状A₄に調整する。

40

【0037】

このように、白色および黒色の修正を行うのは、本来、彩度を持たない白色が彩度値を持つのは妥当でなく、また彩度を持たない黒色が彩度値を持つのは妥当でないからである。また、明度範囲を揃えるのは、以降で述べる色再現空間の圧縮や伸張を容易に行うためである。

50

【 0 0 3 8 】

次に、カラーモニタ 1 2 やカラープリンタ 1 4 の色再現領域のデータに対して色再現域補正を行い、色再現域の補正に応じた色再現域補正用パラメータを算出する（ステップ 1 0 6）。

色再現域補正は、色再現領域のエッジ形状に対して行う色再現領域補正と非線形補正とを備える。

ここで、色再現領域補正を説明する。カラーモニタ 1 2 およびカラープリンタ 1 4 の色再現空間の色度図が図 5 (a) に簡易的に示されている。図 5 (a) に示されるように、カラーモニタ 1 2 の色再現領域のエッジ形状 A_5 とカラープリンタ 1 4 の色再現領域のエッジ形状 A_6 は形状が一致しない。図 5 (a) では、例えば、B (青) の原色は、カラーモニタ 1 2 では点 B_5 の位置にあり、カラープリンタ 1 4 では点 B_6 の位置にあり、色相の値 h 、すなわち色相角 $\tan^{-1} (b^* / a^*)$ が異なる。また、Y (黄) の原色についても、点 Y_5 と点 Y_6 、また G (緑) の原色についても、点 G_5 と点 G_6 とその位置が異なり、従って色相角が異なり、色相が異なっている。

10

【 0 0 3 9 】

このような原色のズレをそのままにして色再現空間の圧縮・伸張を行うと、例えば、カラーモニタ 1 2 の色再現空間のエッジ部分の領域を用いたグラデーションの画像データの場合、変換された画像データは、カラープリンタ 1 4 の色再現領域の形状 A_5 の形に添ってカラー表示され、すなわち、点 B_5 や点 Y_5 や点 G_5 の位置において屈曲するため、もともと滑らかに色彩が変化すべきグラデーションが得られない。そのため、入力された画像データの色相を維持するために、予めカラープリンタ 1 4 の色再現領域の形をカラーモニタ 1 2 の色再現空間の色再現領域の形に応じて、修正を行う。すなわち図 5 (a) に示すように、点 B_5 の色相角でカラープリンタ 1 4 の色再現領域のエッジ形状 A_6 が屈曲部を持つように、点 B_6 の近傍を曲線等で滑らかに修正する。点 Y_6 や点 G_6 についても、曲線等で滑らかに修正する。

20

【 0 0 4 0 】

図 5 (a) は、彩度を調整して屈曲部を修正する際の様子を色度図で表したものであるが、この修正は、3 次元的に行われるものであり、明度成分も修正される。図 5 (b) は、図 5 (a) と別の例であるが、明度軸 v に対して垂直方向から見た色再現空間を示しており、カラーモニタ 1 2 の色再現空間の空間形状 A_6 とカラープリンタ 1 4 の色再現空間の空間形状 A_7 が示され、原色 M の色相の修正によって、空間形状 A_7 の明度成分が修正されている（黒い部分への修正）ことがわかる。この場合、本来連続的にグラデーションが得られる空間形状 A_6 上の点 W、点 R、点 Y および点 M で結ばれる線分 W R Y M がその下方に位置する空間形状 A_7 の色相の形状に従って折れ曲がって変換されないように、図中、黒い部分への修正を行っている。

30

【 0 0 4 1 】

原色以外の色相に関する色再現域補正パラメータ、例えば、図 7 に示される色相値 h 、彩度値 s 、明度値 v の値を持つ着目点 A_{11} の色再現域補正パラメータは、着目点 A_{11} の両側に位置する原色 R および Y の点の色相値の調整量 $h (h_r)$ および $h (h_y)$ を用いて内挿補間によって算出して得られる。この算出された色再現域補正パラメータは、色再現領域の算出の際に、着目点 A_{11} の色相値 h に加算されて色相値 h' を持つ点 A_{12} に補正される。色再現域補正パラメータは、色相面の色再現領域毎に色再現空間全体に対して算出される。

40

【 0 0 4 2 】

色再現域補正用パラメータの算出の基礎となる原色 R、G、B、C、M および Y の調整量を定める調整パラメータは、図 8 に示すように、色相に関する規格化された色相調整パラメータ A_{djh} の各欄の値によって定められる。この値は、マウス・キーボード 3 0 から入力することができ、また、カラーモニタ 1 2 に表示された色再現領域に対して、マウス・キーボード 3 0 を用いて色再現領域上で直接形状の補正を行ってもよい。このように画面を見ながら調整した場合、図 8 に示すように、色相調整パラメータ A_{djh} の各欄の値が自

50

動的に得られる。図 8 に示される表には、彩度範囲調整パラメータ A_{djs} および明度範囲調整パラメータ A_{djv} が示されるが、これらについては後述する。

このような修正方法は、R、G、B、C、M および Y の原色の調整量から 3 次元的に補間される。

【 0 0 4 3 】

なお、本実施例では、上記修正方法が、後述するような色再現空間の圧縮・伸張処理の前処理として利用されているが、これに限定されず、従来技術として用いられてきた色再現空間の圧縮・伸張処理の前処理として用いられるものであってもよい。

【 0 0 4 4 】

色再現領域のエッジ形状の非線形補正とは、図 6 に色再現空間の色相面が示されているように、最大彩度値を有する近傍では、色再現空間のデータ不足から本来あるべき最高彩度点が鈍って、非線形的に丸くなっている。そのため、本来存在するであろう色再現領域を、図 6 のように非線形部分 A_8 を直線 A_9 や直線 A_{10} によって置き換えて、最高彩度点が明確に定まるようにする。このような非線形補正は、カラーモニタ 1 2 やカラープリンタ 1 4 のいずれの色再現空間に対しても行うことができる。なお、この補正は、非線形的に丸くなっている部分に対して必ず行う必要はなく、最高彩度点を明確に定める点から、最高彩度点近傍に対して、ユーザの指示に応じて適宜行えばよい。

なお、非線形補正を行って調整された色相面から補間して、色再現空間全体の色再現域補正パラメータを算出する。

また、本実施例では、上記非線形補正が、後述するような色再現空間の圧縮・伸張処理の前処理として利用されているが、これに限定されず、従来技術として用いられてきた色再現空間の圧縮・伸張処理の前処理として用いられるものであってもよい。

【 0 0 4 5 】

次に、求められた色再現域補正用パラメータや非線形補正のための補正パラメータを用いて色相面毎に補正された色再現領域を求めて、色再現空間を算出し（ステップ 1 0 8 ）、色再現空間の圧縮または伸張の対象とするカラーモニタ 1 2 の色再現空間または圧縮や伸張を行う処理先の対象とされるカラープリンタ 1 4 の色再現空間を得る。

このようにして、画像処理装置 1 0 の前処理部 1 8 で、色再現空間を定める。

【 0 0 4 6 】

次に、カラーモニタ 1 2 の色再現空間の圧縮・伸張処理が行われる（ステップ 1 1 0 ）

。圧縮・伸張処理は、彩度圧縮・伸張処理、明度修正および明度圧縮・伸張処理の 3 ステップから構成される。

まず、彩度圧縮・伸張処理は、図 9 (a) に示されるように、彩度 s を横軸とし、縦軸を明度 v とする色相面内で形成されるカラーモニタ 1 2 の色再現領域 R_1 の最高彩度点 P_1 の最大彩度値 S_{max1} が、色再現領域 R_1 とカラープリンタ 1 4 の色再現領域 R_2 との共通領域 R_3 の共通領域最高彩度点 P_3 の彩度値 S_c になるように、色再現領域 R_1 の明度値を一定にして彩度 s 方向に圧縮する。なお、彩度 s は、色再現空間が v 、 a^* および b^* で表される均等色空間上の $(a^{*2} + b^{*2})^{(1/2)}$ によって表される。図 9 (a) に示される例では、彩度値 S の点 A_{13} は彩度値 S_n の点 A_{14} に変換される。

本実施例では、色再現領域 R_1 、 R_2 の共通領域 R_3 に変換するために必ず圧縮されるが、本発明ではこれに限られず、カラープリンタ 1 4 の色再現領域 R_2 に応じて、後述する圧縮・拡大変換式を用い圧縮・伸張比率 k を調整することによって、カラープリンタ 1 4 の色再現領域 R_2 内に伸張して対応させる拡大変換を行うこともできる。

【 0 0 4 7 】

圧縮または伸張の方法は、下記式 (1) に従って変換を行う。

$$F = (k - 1) \cdot X^2 + X \quad (1)$$

ここで、 k は、圧縮・伸張比率を表す。

図 9 (b) は、図 9 (a) に示す実施例の変換を説明する図であり、色再現領域 R_1 の最大彩度値 S_{max1} を図中左方向に圧縮して彩度値 S_c となるように圧縮する変換曲線 D_1 を

10

20

30

40

50

示している。変換曲線 D_1 は、横軸の彩度値が 0 から S_{max1} の値に変化する際、縦軸の彩度値を 0 から S_c の値に圧縮する変換曲線である。なお、変換直線 D_2 は圧縮も伸張もしない変換直線である。それゆえ、図中、変換直線 D_1 より上方の領域に位置する曲線は領域を拡大する変換となる。

【0048】

変換曲線 D_1 は、彩度値範囲 $0 \sim S_{max1}$ の彩度値を彩度値 S_{max1} で割って規格化した $0 \sim 1$ の範囲の値を X とし、また、変換先の彩度値も彩度値 S_{max1} で割って規格化した $0 \sim 1$ の範囲の値を F とし、式 (1) を適用することによって得られる。ここで、 k は、式 (1) において、 $k = S_c / S_{max1}$ となる。 $X = 1$ を代入することで $F = k$ となり、上記実施例では $X = 1$ が S_c / S_{max1} に変換されるからである。

10

この変換曲線 D_1 の $X = 0$ 近傍では変換直線 D_2 の勾配に近く、すなわち、色再現領域 R_1 の彩度値が 0 の近傍では、変換によって圧縮はほとんど受けないが、彩度値が大きくなるにしたがって、変換曲線 D_1 の勾配は変換直線 D_2 の勾配より小さくなり、大きな圧縮を受ける。このように、非線形的な圧縮変換が可能となる。一方拡大変換する場合は、圧縮・伸張比率 k の値を 1 より大きくすることで、拡大変換を行うことができる。本実施例は、式 (1) による非線形変換であるが、これ以外の公知の方法による非線形変換であってもよい。

【0049】

明度修正は、図 9 (c) に示されるように、上記彩度圧縮・伸張処理によって色再現領域 R_1 を圧縮して得られた色再現領域 R_1' の明度を、彩度を維持したまま同一色相面内で修正する部分である。この同一色相面内で行われる明度の修正は、彩度値が 0 の時は修正せず、色再現領域 R_1' の最高彩度点を、色再現領域 R_1 、 R_2 の共通領域 R_3 の最高彩度点である共通領域最高彩度点 P_3 に修正し、彩度値が 0 以上共通領域最高彩度点 P_3 の彩度値 S_c の間では彩度値が高くなるにつれ非線形に明度の修正量を変化させるものである。例えば、図中点 A_{15} は、下記式 (6) に従って得られる修正量によって点 A_{16} に修正され、明度値 v は明度値 v' に修正される。

20

このようにして、色再現領域 R_1' から明度値が修正され、最大彩度を有する点が共通領域 R_3 の共通領域最高彩度点 P_3 に一致し、色再現領域 R_1' を得る。

この明度値の修正は、例えば共通領域 R_3 の彩度値 0 から最高彩度点 P_3 の彩度値 S_c の範囲を彩度値 S_c で割って得られる規格化された値を X とし、明度方向への修正量を F とすると、下記式 (6) によって修正量 F を定めることができる。

30

$$F = (V_{max1} - V_c) \cdot X^2 \quad (6)$$

【0050】

明度圧縮・伸張処理は、色再現領域 R_1' を明度 v 方向に圧縮または伸張を行い、色再現領域 R_1 、 R_2 の共通領域 R_3 内に変換する。明度圧縮・伸張処理を行うのは、図 9 (d) に示すように、色再現領域 R_1' は、色再現領域 R_1 、 R_2 の共通領域 R_3 内に含まれず、その結果、色再現領域 R_2 に必ずしも含まれないからである。

この明度圧縮・伸張は、圧縮または伸張する色再現領域のエッジは圧縮または伸張の比率が最も大きく、圧縮または伸張する色再現領域のエッジから離れるにつれて圧縮または伸張の比率が小さくなる非線形の圧縮または伸張である。例えば、規格化された上記式 (1) を用いて、図 9 (e) に示される変換曲線 D_3 を得る。すなわち、図 9 (d) に示される彩度値 S_n の直線 D_5 上の色再現領域 R_1' の最大明度値 V_{1u} を持つ点を点 A_{17} 、最小明度値 V_{1d} を持つ点を点 A_{18} とすると、この 2 点での明度値、すなわち最大明度値 V_{1u} と最小明度値 V_{1d} を、直線 D_5 と共通領域 R_3 のエッジが交わる点 A_{19} と点 A_{20} の明度値 V_{cu} および V_{cd} に変換し、しかも最大明度値の点 A_{17} と最小明度の点 A_{18} の中間に位置する中間点を固定点として、この点では圧縮・伸張を行わず、この点から離れるにつれて、圧縮率が大きくなり、点 A_{17} や点 A_{18} での圧縮率が最大になる変換を行う。すなわち、図 9 (e) に示されるように、変換曲線 D_4 の彩度値 V_{mid1} での勾配が、変換直線 D_4 の勾配が等しい。

40

【0051】

50

上述の変換方法を詳述すると、図10(a)に示されるように、変換前の同一色相値および彩度値における色再現領域 R_1 の明度値 $V_1(h, s)$ (h は色相値、 s は彩度値)を明度値 $V_2(h, s)$ に変換する場合、変換前の明度範囲 $V_{1d} \sim V_{1u}$ を V_{mid1} の値を変換後も維持しつつ、式(1)を利用して明度範囲 $V_{cd} \sim V_{cu}$ に変換する。

明度値 V_{1d} および V_{1u} において最大の圧縮率また最大の伸長率となるため、カラープリンタ14の色再現空間の大きさや形によっては、この最大の圧縮率または最大の伸長率が、画像情報が消滅しないために予め設けられた最大圧縮率や最大伸長率の値を超える場合もある。図10(b)は、明度値 V_{1u} での圧縮率が最大圧縮率を超える場合の変換方法を示している。この場合、中間値である明度値 V_{mid1} の変換先の値を、明度値 V_{cu} での圧縮率が最大圧縮率となるように、明度値 V_{mid1} の変換先の明度値 V_{mid2} を下方に移動して調整される。

10

このように、最大の圧縮率や最大の伸長率が、最大圧縮率や最大伸長率を超える場合、最大明度値と最小明度値の中間に位置する中間点を固定点とせず、最大明度値や最小明度値において最大圧縮率や最大伸長率となるように、中間点の変換先の点を移動する。

【0052】

さらに、カラープリンタ14の色再現空間の大きさや形によっては、上記方法でも最大圧縮率や最大伸長率内によって変換することができない場合もある。そのため、図10(c)に示されるように、変換を2段階に設定し、まず第1の段階では、明度値 V_{mid1} を固定して、最大圧縮率や最大伸長率で図10(a)に示される変換と同様に、非線形処理をおこない、この非線形処理の施された明度範囲に対して、さらに線形処理を行う。線形処理とは、変換元の明度値と変換先の明度値とを1次変換によって行う処理である。このようにして、2段階で変換することで、変換時の圧縮や伸長の比率を最大圧縮率や最大伸長率内に抑えることができる。

20

このようにして、カラーモニタ12の色再現空間の圧縮・伸張処理が行われる(ステップ110)。

以上のステップによって、色再現空間の圧縮・伸張処理が構成されるので、色再現領域を滑らかに維持し、かつ色の見えや階調を保ったまま色再現空間の異なる画像入出力手段と対応付けができる。

【0053】

以上の方法によって、カラーモニタ12の色再現空間は、カラープリンタ14の色再現空間と対応付けができ、画像処理装置10に入力される画像データのカラーモニタ12からカラープリンタ14への変換方法が定まる。変換は、図示されない記憶手段に記憶される。この変換は、上記各ステップ毎の変換のための関数や変換式であり、この関数や変換式によって画像データを各ステップ毎に変換してもよいが、各ステップの変換を一まとめにして、変換前後の多数のデータセットを備えるルックアップテーブル(LUT)を記憶させ、このルックアップテーブルによって対応付けを行ってもよい。

30

ルックアップテーブルの場合、予め備えられる多数のデータセットに一致しない画像データは、補間によって変換先の画像データを得てもよい。補間方法は、公知の補間方法であればいずれでもよい。

【0054】

40

一方、画像処理装置10に入力されたRGB画像データは、カラーモニタ12に表示されるとともに、均等色空間変換部16で、RGB画像データから、式(2)に従って3刺激値XYZ表色系に変換され、その後3刺激値(X, Y, Z)から式(3)~(5)を用いてCIEL*a*b*表色系の明度指数vおよび知覚色度指数a*, b*(色相および彩度)に変換される。

【0055】

得られた明度指数vおよび知覚色度指数a*, b*による画像データは、上記方法によって求められた変換が施され、出力画像データ変換部26に送られる。その後、出力画像データ変換部26において、カラープリンタ14の色再現空間上に変換され、明度指数vおよび知覚色度指数a*, b*によって表される画像データは、カラープリンタ14の出力

50

特性に応じて定まるCMY画像データに変換される。すなわち、式(3)~(5)に従って3刺激値XYZ表色系に変換され、さらに公知の方法によってCMY画像データに変換される。その後、カラープリンタ14に出力され、所望の画像が表示される。

【0056】

本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法は、上記実施例では、図2や図9で示されるように、色再現領域 R_1 を色再現領域 R_1 と色再現領域 R_2 の共通領域である共通領域 R_3 に修正や圧縮を施すものであるが、以降で述べるように、色再現空間の圧縮・伸張方法は、色再現領域 R_2 内への変換であるが、共通領域 R_3 を中心としてユーザが好みに応じて調整パラメータによって設定した色再現領域に修正や圧縮また伸張を施すものであってもよい。以下この方法について説明する。

10

【0057】

圧縮・伸張処理(ステップ110)を構成する彩度の圧縮・伸張は、まず、図11(a)に示されるように、カラーモニタ12の色再現領域 R_1 の最大彩度値 S_{max1} を有する点 P_1 の明度値 V_{max1} と同じ明度値を有する、カラープリンタ14の色再現領域 R_2 のエッジ上の点 P_4 を求め、次に、色再現領域 R_1 と色再現領域 R_2 の共通領域 R_3 の中から共通領域最高彩度点 P_3 を求める。次に、この共通領域最高彩度点 P_3 の彩度値を中心として、前に求めた点 P_4 の彩度値 S_{min} を最小彩度値とし、点 P_1 の最大彩度値 S_{max1} を最大彩度値とする彩度の範囲を調整する彩度範囲調整パラメータ A_{djs} を用いて、彩度圧縮・伸張による変換先の修正領域 R_4 を定める。彩度範囲調整パラメータ A_{djs} は、彩度値 S_{min} を-100とし、最大彩度値 S_{max1} を+100とする-100~+100の範囲内で

20

【0058】

彩度の圧縮また伸張の変換は、図9(a)および(b)で示される方法と同様に、式(1)を用いた非線形変換である。勿論、これ以外の公知の方法による非線形変換であってもよい。

30

【0059】

次に、明度の修正は、彩度の圧縮や伸張によって得られた変換先の修正領域 R_4 の最高彩度点 P_5 を、最高彩度点 P_5 と同じ彩度値 S_f を持つ色再現領域 R_2 のエッジ上の点 P_6 に修正し、修正領域 R_5 を得る。修正方法は、図9(c)に示される明度修正方法と同様に、彩度値が0では修正されず、彩度値が大きくなるにつれて、急激に修正量が大きくなる非線形の修正を行う。

【0060】

明度の圧縮・伸張は、図11(b)に示すように、カラーモニタ12とカラープリンタ14の色再現領域の共通領域 R_3 と、さらに上記明度の修正によって修正された修正領域 R_5 の両方に属する領域を一致度重視領域 R_6 として求める。すなわち、図中において一致度重視領域 R_6 とは、色再現領域 R_2 の最大明度値を有する明度 v 軸上の点を Q とし、また明度 v 軸と彩度 s 軸の交わる原点を原点 O とすると、原点 O から曲線 l_1 を通過して点 P_6 に至り、点 P_6 から点 Q を通過して原点 O に戻る略三角形形状内の領域である。

40

【0061】

一方、カラープリンタ14の色再現領域 R_2 のエッジ OP_2 を、一致度重視領域 R_6 の外側にあり、カラープリンタ14の色再現領域 R_2 の色再現領域の内側において、原点 O から彩度値が大きくなるにつれて色再現領域 R_2 内に非線形的に曲がり、修正最高彩度点 P_6 の彩度値において修正最高彩度点 P_6 に到る曲線 l_2 と取り替えて得られる領域を色再現範囲重視領域 R_7 として求める。すなわち、図11(b)において、原点 O から曲線 l_2 を通過して点 P_6 に至り、点 P_6 から点 Q を通過して原点 O に戻る略三角形形状内の領域を求め

50

る。ここで、曲線 l_2 は、カラープリンタ 14 の色再現領域 R_2 の色再現領域の内側において、原点 O 近傍ではエッジ OP_2 に沿い、彩度値が大きくなるにつれ色再現領域 R_2 内部に非線形的に曲がり、修正最高彩度点 P_6 の彩度値において修正最高彩度点 P_6 に到る曲線であれば何れであってもよいが、色再現範囲重視領域 R_7 がよりカラープリンタ 14 の色再現領域 R_2 の領域を広く有することが好ましく、この点から、曲線 l_2 は、低彩度の範囲ではカラープリンタ 14 の色再現領域 R_2 のエッジ OP_2 に可能な限り重なることが望ましい。

【0062】

本来、カラープリンタ 14 の出力画像の色の階調や見えが、カラーモニタ 12 の出力画像の階調や見えと一致するのが好ましく、一方、可能な限りカラープリンタ 14 の色再現領域 R_2 の広い範囲で出力することが望ましい。そのため、明度値や彩度値の大小関係が色再現空間の圧縮や伸張によって変化することがないように、色再現領域として一致度重視領域 R_6 を定める一方、カラープリンタ 14 の色再現領域 R_2 内の可能な限り広い範囲に変換させるため、可能な限り広い範囲の領域を色再現範囲重視領域 R_7 として定める。色再現範囲重視領域 R_7 の曲線 l_2 は、一致度重視領域 R_6 の曲線 l_1 に比べて下に凸の曲線であり、点 P_6 を頂点とする略三角形の領域の中で、色再現領域 R_2 内の可能な限り広い範囲として、色再現範囲重視領域 R_7 が定められる。

そして、本発明は、この一致度重視領域 R_6 と色再現範囲重視領域 R_7 を用い、色の一致度を重視するか、または広い範囲に色を再現させることを重視するか、ユーザの重視度に応じて修正明度領域 R_8 を定めることができる。

【0063】

すなわち、曲線 l_1 をエッジとする一致度重視領域 R_6 と曲線 l_2 をエッジ部とする色再現範囲重視領域 R_7 は、ユーザの好みに応じて、図 8 に示される R 、 Y 、 G 、 C 、 B および M の原色の明度範囲調整パラメータ $Adjv$ を用いて調整される。調整方法は、曲線 l_1 を明度調整パラメータ $Adjv = 0$ とし、曲線 l_2 を明度調整パラメータ $Adjv = 100$ とし、 $0 \sim 100$ の範囲の値をユーザが入力することによって、図 12 に示すように、補間によって補間曲線 l_3 を定め、この補間曲線 l_3 をエッジとする修正明度領域 R_8 を求める。この修正領域 R_8 は色相面毎に求められ、 R 、 Y 、 G 、 C 、 B および M の原色以外の色相では、図 7 に示される補間方法によって、補間されて補正量が定められる。このようにして、色相面毎に修正明度領域 R_8 が求められる。

【0064】

求められた修正明度領域 R_8 は、明度の圧縮または伸張の変換先とされ、修正領域 R_5 から修正明度領域 R_8 への変換処理が行われる。明度圧縮・伸張の方法は、図 9 (d) や (e) や図 10 (a) ~ (c) に示される明度圧縮・伸張の方法と同様であって、非線形の変換が行われる。

本発明では、一致度重視領域と色再現範囲重視領域は、明度に関するものであるが、明度に関する場合に限られず、彩度等に関する一致度重視領域と色再現範囲重視領域であってもよい。

【0065】

このように、色相調整パラメータ $Adjh$ を用いることで、ユーザの好みに応じて色相を滑らかに変換させることができ、彩度範囲調整パラメータ $Adjs$ や明度範囲調整パラメータ $Adjv$ を用いて、一致度重視領域と色再現範囲重視領域の範囲内で、ユーザの好みに応じて修正明度領域を定め、この修正明度領域を変換先とする変換を行うことによって、ユーザの好みに応じた変換を容易に得ることができる。

【0066】

以上、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良および変更を行ってもよいのはもちろんである。

【0067】

【発明の効果】

10

20

30

40

50

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、カラープリンタ等の色再現空間内の領域を活かしながら、色再現空間の異なる他の画像出力手段、例えばカラーモニタ等との所望のカラーマッチングが行えるように、色再現領域を滑らかに維持し、かつ色の見えや階調を保ったまま色再現空間の異なる画像入出力手段と対応付けを行うことができる。さらに、色再現空間の異なる画像入出力手段と対応付けをユーザの好みに応じて容易に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の一実施例を実施する画像処理装置のブロック図である。

【図 2】本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の一実施例を説明する図である。

10

【図 3】本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の一実施例を示すフローチャートである。

【図 4】(a) は、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法のうちの H L ・ S D 調整の一実施例を説明する図であり、(b) は、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の中の明度範囲調整の一実施例を説明する図である。

【図 5】(a) および (b) は、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の中の色再現域補正の一例を説明する図である。

【図 6】本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の中の色再現域補正の他の例を説明する図である。

【図 7】本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の中の色再現域補正の補正方法を説明する図である。

20

【図 8】本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の中の調整パラメータを説明する図である。

【図 9】(a) ~ (e) は、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の中の圧縮伸張処理の一例を説明する図である。

【図 10】(a) ~ (c) は、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の中の明度の圧縮・伸張の一例を説明する図である。

【図 11】(a) および (b) は、本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の中の圧縮伸張処理の他の例を説明する図である。

【図 12】図 11 (a) および (b) に示した本発明の色再現空間の圧縮・伸張方法の中の圧縮伸張処理の例をさらに説明する図である。

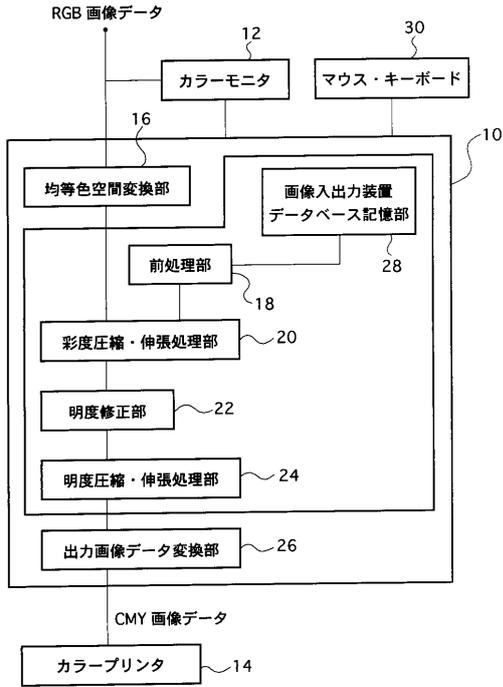
30

【符号の説明】

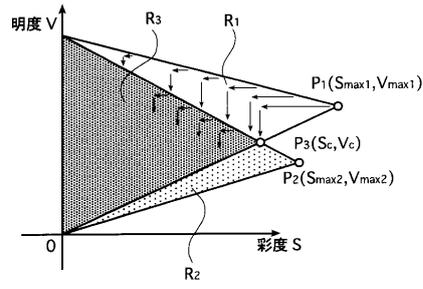
- 1 0 画像処理装置
- 1 2 カラーモニタ
- 1 4 カラープリンタ
- 1 6 均等色空間変換部
- 1 8 前処理部
- 2 0 彩度圧縮・伸張処理部
- 2 2 明度修正部
- 2 4 明度圧縮・伸張処理部
- 2 6 出力画像データ変換部
- 2 8 画像入出力装置データベース記憶部
- 3 0 マウス・キーボード

40

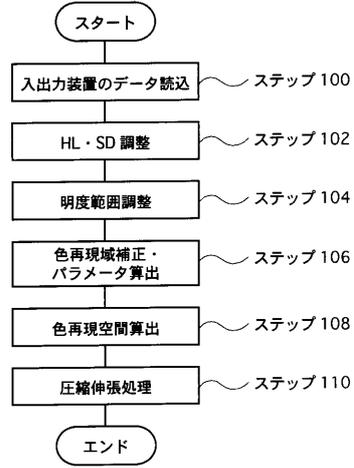
【 図 1 】



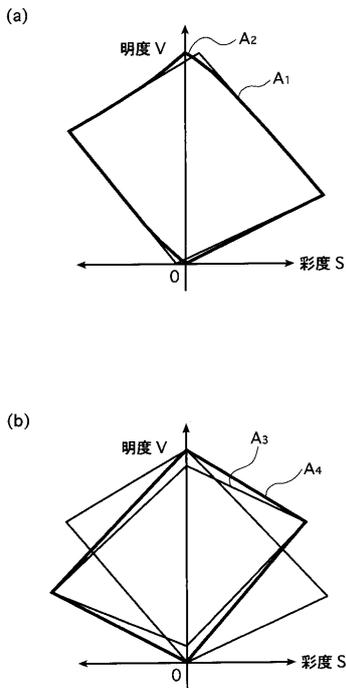
【 図 2 】



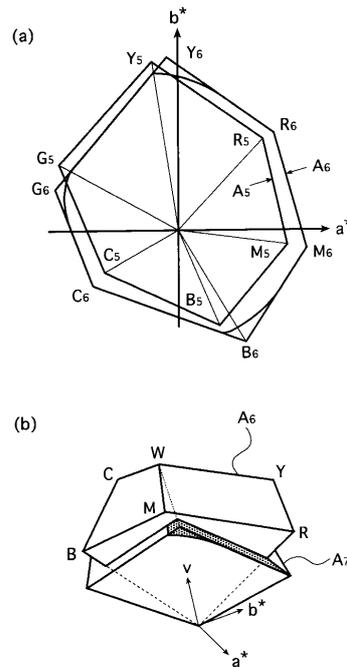
【 図 3 】



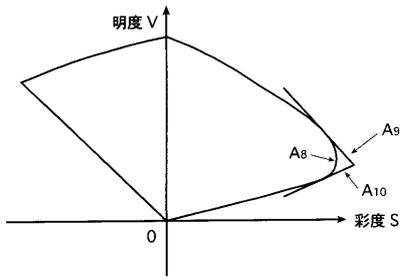
【 図 4 】



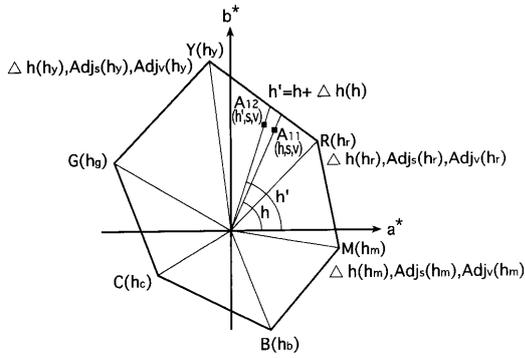
【 図 5 】



【 図 6 】



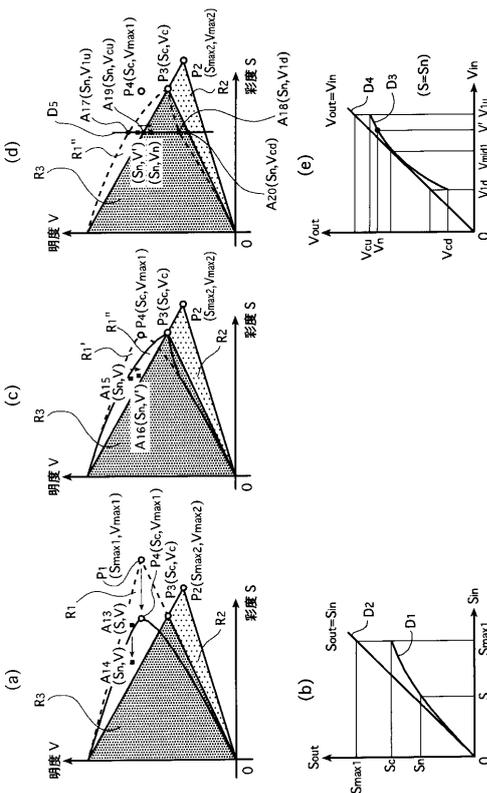
【 図 7 】



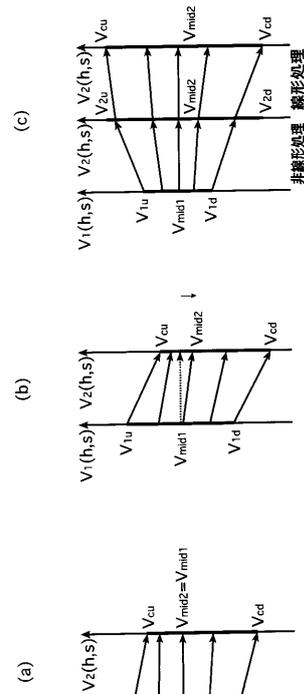
【 図 8 】

	R	Y	G	C	B	M
Adj _h	0	-5	0	0	0	0
Adj _s	0	0	10	0	-30	-10
Adj _v	0	0	20	30	10	0

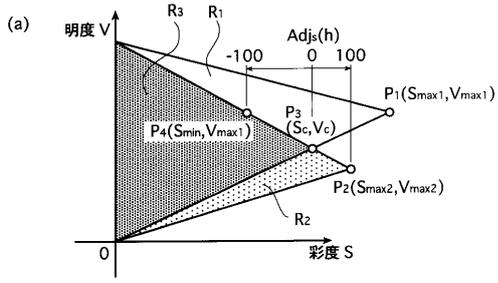
【 図 9 】



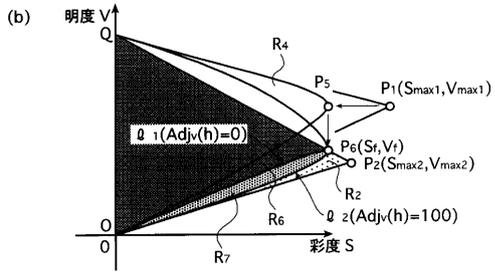
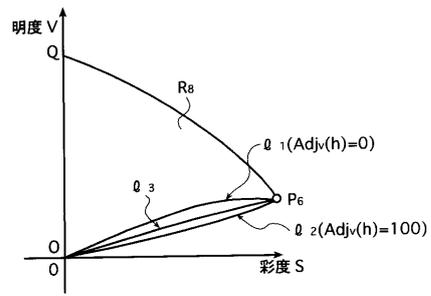
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

審査官 仲間 晃

(56)参考文献 特開平07-236069(JP,A)
特開平11-146209(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/60

H04N 1/46

G06T 1/00