

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2005-176200
(P2005-176200A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 4 N 1/46	HO 4 N 1/46	2 C 2 6 2
B 4 1 J 2/525	GO 6 T 1/00	5 B 0 5 7
GO 6 T 1/00	GO 6 T 5/20	5 C 0 7 7
GO 6 T 5/20	B 4 1 J 3/00	5 C 0 7 9
HO 4 N 1/60	HO 4 N 1/40	
	審査請求 未請求	請求項の数 22 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2003-416611 (P2003-416611)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成15年12月15日 (2003.12.15)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100076428
			弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(72) 発明者	松岡 寛親
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キヤノン株式会社内
			最終頁に続く

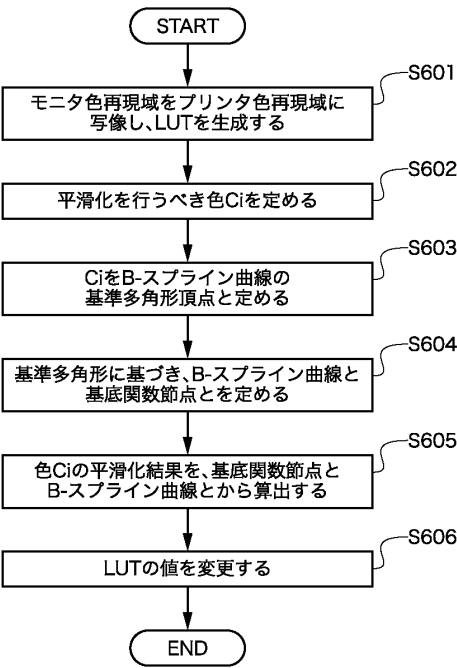
(54) 【発明の名称】 色信号変換装置およびその方法

(57) 【要約】

【課題】 ガマットマッピング結果に対する平滑化では、色空間上での分布としてデータの平滑化が求められる場合がある。このような場合に、フィルタリング技術を用いるのは不適當になる場合が存在する。

【解決手段】 所定の表色系で表現される色信号列に対して平滑化を行う際に、色信号列の平滑化に対応するパラメトリック曲線を算出し、平滑化すべき色に対応する媒介変数値をパラメトリック曲線表現より取得し、パラメトリック曲線に対し、取得した媒介変数値を適用して平滑化後の色を算出する。

【選択図】 図12



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の表色系で表現される色信号列に対して平滑化を行う色信号変換装置であって、前記色信号列の平滑化に対応するパラメトリック曲線を算出する曲線算出手段と、平滑化すべき色に対応する媒介変数値を前記パラメトリック曲線表現より取得する取得手段と、

前記パラメトリック曲線に対し、取得した前記媒介変数値を適用して平滑化後の色を算出する色算出手段とを有することを特徴とする色信号変換装置。

【請求項 2】

前記曲線算出手段は、前記色信号列の近傍を通過するパラメトリック曲線を算出して、前記パラメトリック曲線を変更し、

前記取得手段は、前記色信号列の近傍を通過するパラメトリック曲線を基準として前記媒介変数値を取得し、

前記色算出手段は、前記パラメトリック曲線に対して写像を施し、前記変更されたパラメトリック曲線に対して、取得した前記媒介変数値を適用して平滑化後の色を算出することを特徴とする請求項1に記載された色信号変換装置。

【請求項 3】

前記曲線算出手段は、平滑化すべき色信号列とパラメトリック曲線の距離の総和が最小になるように、前記色信号列の近傍を通過するパラメトリック曲線を算出することを特徴とする請求項2に記載された色信号変換装置。

【請求項 4】

前記曲線算出手段は、前記パラメトリック曲線の基準多角形を保持する一方、前記パラメトリック曲線の基底関数の階数を増加させて前記パラメトリック曲線を変更することを特徴とする請求項2に記載された色信号変換装置。

【請求項 5】

前記曲線算出手段は、前記基底関数の階数を増加させる際、前記基底関数の節点数および節点座標を保持することを特徴とする請求項4に記載された色信号変換装置。

【請求項 6】

前記曲線算出手段は、所望する平滑化特性に応じて、前記パラメトリック曲線の基底関数の階数を切り替えることを特徴とする請求項4に記載された色信号変換装置。

【請求項 7】

前記パラメトリック曲線はB-スプライン曲線または有理B-スプライン曲線であることを特徴とする請求項2から請求項6の何れかに記載された色信号変換装置。

【請求項 8】

前記曲線算出手段は、前記色信号列を基準多角形としてパラメトリック曲線を算出し、

前記取得手段は、前記パラメトリック曲線の基底関数の節点座標を、前記色信号列に対応する前記媒介変数値に設定することを特徴とする請求項1に記載された色信号変換装置。

【請求項 9】

前記曲線算出手段は、所望する平滑化特性に応じて、前記パラメトリック曲線の種類、次数、階数を切り替えることを特徴とする請求項8に記載された色信号変換装置。

【請求項 10】

前記パラメトリック曲線はB-スプライン曲線、有理B-スプライン曲線またはベジェ曲線であることを特徴とする請求項1に記載された色信号変換装置。

【請求項 11】

所定の表色系で表現される色信号を、同一の表色系において写像変換する色信号変換装置であって、

前記表色系における所定色の軌跡をパラメトリック曲線によって表現する表現手段と、

写像すべき色に対応する前記パラメトリック曲線表現の媒介変数値を取得する取得手段と、

前記パラメトリック曲線を写像する写像手段と、
写像されたパラメトリック曲線に前記媒介変数値を適用して写像後の色を算出する算出手段とを有することを特徴とする色信号変換装置。

【請求項 1 2】

前記表現手段は、前記軌跡を前記パラメトリック曲線で表現する際、写像すべき色と前記パラメトリック曲線の距離の総和が最小になるよう、表現を制御することを特徴とする請求項11に記載された色信号変換装置。

【請求項 1 3】

前記パラメトリック曲線はB-スプライン曲線、有理B-スプライン曲線、ベジェ曲線または三次スプライン曲線であることを特徴とする請求項11に記載された色信号変換装置。

10

【請求項 1 4】

前記表現手段は、前記軌跡を前記パラメトリック曲線で表現する際、前記パラメトリック曲線に対応する定義多角形を定め、

前記写像手段は、前記定義多角形を写像制御し、写像された定義多角形から写像されたパラメトリック曲線を算出することを特徴とする請求項13に記載された色信号変換装置。

【請求項 1 5】

前記写像手段は、前記写像された定義多角形から前記写像されたパラメトリック曲線を算出する際、前記パラメトリック曲線の基底関数を不変とし、前記写像された定義多角形に基づいて前記基底関数の係数のみを変更することを特徴とする請求項14に記載された色信号変換装置。

20

【請求項 1 6】

所望する写像特性により、前記パラメトリック曲線の種類、次数、階数を切り替えることを特徴とする請求項11から請求項15の何れかに記載された色信号変換装置。

【請求項 1 7】

所望する写像特性により、前記定義多角形の頂点数を切り替えることを特徴とする請求項14に記載されて色信号変換装置。

【請求項 1 8】

前記定義多角形の頂点の座標を写像すべき色の座標と同一にすることを特徴とする請求項14に記載された色信号変換装置。

【請求項 1 9】

所定の表色系で表現される色信号列に対して平滑化を行う色信号変換方法であって、
前記色信号列の平滑化に対応するパラメトリック曲線を算出し、
平滑化すべき色に対応する媒介変数値を前記パラメトリック曲線表現より取得し、
前記パラメトリック曲線に対し、取得した前記媒介変数値を適用して平滑化後の色を算出することを特徴とする色信号変換方法。

30

【請求項 2 0】

所定の表色系で表現される色信号を、同一の表色系において写像変換する色信号変換方法であって、

前記表色系における所定色の軌跡をパラメトリック曲線によって表現し、

写像すべき色に対応する前記パラメトリック曲線表現の媒介変数値を取得し、

40

前記パラメトリック曲線を写像し、

写像されたパラメトリック曲線に前記媒介変数値を適用して写像後の色を算出することを特徴とする色信号変換方法。

【請求項 2 1】

情報処理装置を制御して、請求項19または請求項21に記載された色信号変換を実行することを特徴とするプログラム。

【請求項 2 2】

請求項21に記載されたプログラムが記録されたことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は色信号変換装置に関し、例えば、所定の表色系で表現される色信号列に対して平滑化を行う色信号変換に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

近年、パーソナルコンピュータ/ワークステーションの普及に伴い、デスクトップパブリッシング(DTP)やCADが広く一般に使用されるようになった。このような中、コンピュータによってモニタ上に表現される色を、実際に色材を用いて再現する色再現技術が重要となった。例えば、カラーモニタとカラープリンタを有するコンピュータシステムを使用するDTPにおいては、モニタ上でカラー画像の作成・編集・加工などを行い、カラープリンタでカラー画像を出力する。その際、ユーザは、モニタ上のカラー画像とプリンタの出力画像が知覚的に一致していることを強く望む。

10

【 0 0 0 3 】

しかし、モニタ上のカラー画像とプリンタの出力画像において、このような知覚上の一致を図ることは、次の理由による困難が伴う。まず、カラーモニタは、蛍光体を用いて特定波長の光を発光することによりカラー画像を表現する。他方、カラープリンタは、インクなどを用いて特定波長の光を吸収し、残りの反射光によってカラー画像を表現する。このように画像の表示形態が異なることに起因して、図1に示すように、両者の色再現域は大きく異なる。図1(a)はモニタの色再現域、図1(b)はプリンタの色再現域である。なお、図1は、 $L^*a^*b^*$ 色空間においてモニタならびにプリンタの色再現域を模式的に表したものである。

20

【 0 0 0 4 】

さらに、同じカラーモニタであっても液晶モニタ、電子銃方式のブラウン管、プラズマディスプレイでは色再現域が異なるし、カラープリンタでも紙質の相違やインクの使用量の相違により色再現域が異なる。

【 0 0 0 5 】

このため、カラーモニタ上の画像とカラープリンタ出力画像、あるいは、複数種の機種、複数種の紙質において出力したカラープリンタ出力画像などの色を測色的な意味において完全に一致させることは不可能である。従って、各出力媒体における表示カラー画像を人間が知覚するとき、各画像間に大きな差異を感じる。

30

【 0 0 0 6 】

そこで、これら色再現域の異なる表示媒体間において、表示カラー画像の知覚上の相違を吸収し、表示画像の知覚的一致を図るための技術として、均等表色系を用いて、ある色再現域を別の色再現域内へ写像するガンマットマッピング技術が存在する。

【 0 0 0 7 】

ガンマットマッピング技術の一例として、低彩度部の彩度や中明度部の明度を保存するとともに、モニタ色再現域とプリンタ色再現域とのガンマット形状の相違を吸収する非線型なガンマットマッピングを実現すべく、一次元から三次元の写像を複数段に渡って施す技術を開示する特開2001-94799公報が存在する。さらに、色の変化としての階調を保存すべく、階調を曲線表現に帰着してガンマットマッピングする技術を開示する特開2002-33929公報などが存在する。

40

【 0 0 0 8 】

これらの技術によれば、図2に模式的に示すように、グリーン色相におけるモニタ色再現域(図2(a)および図2(b)の破線)は、ガンマット内部の色と階調性とが保存され、図2(b)に実線で示す色再現域内に写像される。従って、知覚的に好ましい画像を得ることができる。

【 0 0 0 9 】

しかし、図1に示したようにモニタ色再現域とプリンタ色再現域とでは形状が大きく相違するため、ガンマットマッピングに対する写像条件は非常に厳しいものになる。このため、先述の技術を用いてガンマットマッピングを行ったとしても、やはり階調性という点で問

50

題が生じる場合がある。このような問題に対してはデータの平滑化が有効であり、例えば特開2003-179764公報のようなフィルタリングに基づく技術が存在する。

【 0 0 1 0 】

しかし、特開2003-179764公報のようなフィルタリングに基づく平滑化技術は、ある空間で等間隔に標本化されたデータに対して適用するものである。他方、ガマットマッピング結果に対する平滑化では、色空間上での分布としてデータの平滑化が求められる場合がある。このような場合に、フィルタリング技術を用いるのは不適当になる場合が存在するため、代替技術が求められている。

【 0 0 1 1 】

また、ガマットマッピング技術の一例として、均等表色系において色相ごとに、明度 - 彩度次元でアフィン変換などの線形写像を施す技術などが存在する。この技術によれば、図3に模式的に示すように、モニタ色再現域（図3(a)）は、図3(b)に点線で示すプリンタ色再現域内へ写像される。

【 0 0 1 2 】

ところが、上記のような技術によって補正され出力される画像は、モニタ色再現域とプリンタ色再現域との形状の相違に起因して、低コントラスト画像などといった、知覚的に好ましくない画像になる。

【 0 0 1 3 】

ここで、図4を用いて、モニタ色再現域とプリンタ色再現域の形状の相違について簡単に説明する。例えば、図4(a)に示す実線はグリーンの色相におけるプリンタ色再現域の模式的に示し、点線はモニタ色再現域を模式的に示す。図4から明らかなように、グリーンの色相において、モニタ色再現域とプリンタ色再現域は非相似で、形状が大きく異なる。図5はレッドの色相における模式図で、実線はプリンタ色再現域を、点線はモニタ色再現域を示す。図5から明らかなように、レッドの色相において、モニタ色再現域とプリンタ色再現域は比較的相似な形状を有している。

【 0 0 1 4 】

このような色再現域の形状が違う問題を解決するには、低彩度部の彩度や中明度部の明度を保存するとともに、モニタ色再現域とプリンタ色再現域のガマット形状の相違を吸収する非線型なガマットマッピングが有効で、例えば特開2001-94799公報に開示された技術のように、一次元から三次元の写像を複数段に渡って施す技術が提案されている。このよ

【 0 0 1 5 】

このような技術を用いたとしても、階調性という点において問題が生じる場合がある。すなわち、一次元から三次元の写像を複数段に渡って施す際、各写像は写像の対象になる色の色度や色相などによって写像の境界条件などが変化し、各写像を重ねた結果として階調性に問題が生じる。そこで、この問題を解決するため、色の变化としての階調を曲線表現に帰着してガマットマッピングする特開2002-33929公報の技術が提案されている。

【 0 0 1 6 】

しかし、階調の曲線表現と写像すべき色とを対応付ける際、例えば特開2002-33929公報に開示されたようなガマットマッピング技術は、内分比あるいは角度比などに基づいて対応付けを行う。ところが、このような方法は、写像後の階調の曲線表現より色を算出する際には交点演算など複雑な処理が必要になり、より簡便に算出可能な写像方法が望まれる。

【 0 0 1 7 】

【特許文献 1】特開2001-94799公報

【特許文献 2】特開2002-33929公報

【特許文献 3】特開2003-179764公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

本発明は、上述の問題を個々にまたはまとめて解決するもので、ガマットマッピング結果に対する平滑化において、従来のフィルタリング技術に対する代替技術を提供することを目的とする。

【 0 0 1 9 】

また、写像後の階調の曲線表現から色を算出する簡便な写像方法を提供することを他の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 0 】

本発明は、前記の目的を達成する一手段として、以下の構成を備える。

10

【 0 0 2 1 】

本発明は、所定の表色系で表現される色信号列に対して平滑化を行う色信号変換に関し、前記色信号列の平滑化に対応するパラメトリック曲線を算出し、平滑化すべき色に対応する媒介変数値を前記パラメトリック曲線表現より取得し、前記パラメトリック曲線に対し、取得した前記媒介変数値を適用して平滑化後の色を算出することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、所定の表色系で表現される色信号を、同一の表色系において写像変換する色信号変換に関し、前記表色系における所定色の軌跡をパラメトリック曲線によって表現し、写像すべき色に対応する前記パラメトリック曲線表現の媒介変数値を取得し、前記パラメトリック曲線を写像し、写像されたパラメトリック曲線に前記媒介変数値を適用して写像後の色を算出することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、ガマットマッピング結果に対する平滑化において、従来のフィルタリング技術に対する代替技術を提供することができる。

【 0 0 2 4 】

また、写像後の階調の曲線表現から色を算出する簡便な写像方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 5 】

30

以下、本発明にかかる一実施形態の画像処理装置を図面を参照して詳細に説明する。

【実施例 1】

【 0 0 2 6 】

〔構成〕

図6は実施例1の色信号変換装置の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 2 7 】

図6において、CPU 101は、ROMやRAMからなるメインメモリ102やハードディスクドライブ(HDD) 105に格納されたプログラムに従い、メインメモリ102をワークメモリとして、システムバス(およびPCIバス) 114を介して後述する構成を制御して、後述する各種処理および制御を実行する。

40

【 0 0 2 8 】

SCSIなどの汎用パラレルインタフェイス(I/F) 103は、HDD 105とシステムバス114をインタフェイスする。グラフィックアクセラレータ106は、カラーモニタ107とシステムバス114をインタフェイスする。USBコントローラ108は、カラープリンタ109とシステムバス114をインタフェイスする。キーボード/マウスコントローラ110は、キーボード111やマウス112などの入力デバイスとシステムバス114をインタフェイスする。なお、SCSI I/F 103、キーボード/マウスコントローラ110などに代わりUSBコントローラ108やIEEE 1394などのシリアルバスインタフェイスによって、HDD 105、キーボード111およびマウス112とシステムバス114をインタフェイスしてもよい。ネットワークインタフェイス(I/F) 104は、ローカルエリアネットワーク(LAN) 113とシステムバスをインタフェイスする。

50

【 0 0 2 9 】

[動作]

上記の構成における、デジタル画像のプリンタ出力動作を説明する。

【 0 0 3 0 】

まず、CPU 101の指令により、HDD 105に格納された画像処理アプリケーションが起動される。続いて、画像処理アプリケーションの処理に従いHDD 105に格納されたデジタル画像データが、CPU 101の指令に基づきSCSI I/F 103、システムバス114を経由して、メインメモリ102に転送される。あるいは、LAN 113に接続されたサーバに格納された画像データまたはインターネット上のデジタル画像データが、CPU 101の指令により、ネットワークI/F 104、システムバス114を経由してメインメモリ102に転送される。

10

【 0 0 3 1 】

以下では、メインメモリ102に保持されたデジタル画像データが、RGB符号無し8ビット画像データであるとして説明する。

【 0 0 3 2 】

メインメモリ102に保持されたデジタル画像データは、CPU 101の指令により、システムバス114を経由してグラフィックアクセラレータ106に転送される。グラフィックアクセラレータ106は、デジタル画像データをD/A変換した後、ディスプレイケーブルを通じてカラーモニタ107に送信する。これにより、カラーモニタ107上に画像が表示される。

【 0 0 3 3 】

ここで、ユーザが画像アプリケーションに対してメインメモリ102に保持されたデジタル画像をプリンタ109によって出力するよう指令すると、画像アプリケーションは次の画像情報変換処理を行う。つまり、後述する色再現域写像アルゴリズムに基づき、然るべきカラーモニタの色再現域情報と、然るべきプリンタの色再現域情報を基準にして、デジタル画像の色情報を変換する。その後、画像処理アプリケーションは、変換したデジタル画像データをプリンタドライバに転送する。CPU 101は、プリンタドライバのプログラムに基づき所期の色補正によりデジタル画像データをCMYKデジタル画像データに変換し、USBコントローラ108を介して、CMYK画像データをプリンタ109へ送信する。以上の一連の動作の結果として、プリンタ109はカラー画像を印刷出力する。

20

【 0 0 3 4 】

図7は、上記の画像アプリケーションの動作の内、メインメモリ102に保持されたデジタル画像をプリンタ109で出力する際の画像情報変換処理を説明するフローチャートである。

30

【 0 0 3 5 】

まず、カラーモニタ107の色再現情報をHDD 105などから読み込む。モニタの色再現情報は、RGB色空間とL*a*b*色空間の対応情報として表される。具体的には、RGBからL*a*b*への相互変換プログラム、あるいは、相互の対応関係を記述したデータ列として構成される。相互変換プログラムとしては、例えばsRGB規格に基づいて符号無し8Bit表現によるRGB値と浮動小数点表現によるL*a*b*値を相互変換する処理ルーチンがHDD 105に格納されている。また、相互の対応関係を記述したデータは、図8に示すようなデータ列である。もし変換対象のデータ値がデータ列にない場合は、データ列を用いた内挿演算によって変換対象のデータ値を算出する。

40

【 0 0 3 6 】

次に、プリンタ109の色再現情報をHDD 105などから読み込む(S202)。プリンタの色再現情報は、モニタの色再現情報と同様に、RGBからL*a*b*への相互変換プログラム、または、相互の対応関係を記述したデータとして構成される。

【 0 0 3 7 】

次に、後述する色再現域の写像動作および平滑化動作に基づき、L*a*b*からL*a*b*への変換ルックアップテーブル(LUT)を生成する(S203)。

【 0 0 3 8 】

次に、処理中/処理結果のデジタル画像データを格納するため、変換画像蓄積用のメ

50

メモリ領域を確保する(S204)。

【 0 0 3 9 】

次に、モニタの色再現情報に基づいてメインメモリ102に保持されたRGB符号無し8ビット画像データをL*a*b*浮動小数点データに変換し、変換画像蓄積用のメモリ領域に格納する(S205)。

【 0 0 4 0 】

続いて、ステップS203で生成したL*a*b*からL*a*b*への変換LUTに基づき、L*a*b*画像に対してL*a*b*からL*a*b*への変換を行い、変換後のL*a*b*画像を再び変換画像蓄積用のメモリ領域に格納する(S206)。

【 0 0 4 1 】

最後に、プリンタの色再現情報に基づいて、変換画像蓄積用のメモリ領域に格納された浮動小数点表現によるL*a*b*画像データを、符号無し8Bit表現によるRGB画像データに変換する(S207)。

【 0 0 4 2 】

図9はステップS203における変換LUTの生成を説明するフローチャートである。

【 0 0 4 3 】

まず、然るべきアルゴリズムを用いて色再現域写像を施し、L*a*b*からL*a*b*への変換LUTを生成する(S301)。色再現域写像としては、例えば上述した特開2002-33931公報または特開2002-33929公報に開示されたアルゴリズムが有効である。

【 0 0 4 4 】

次に、生成したLUT内のL*a*b*データを平滑化するため、平滑化を行う色の組み合わせC_iを決定する(S302)。ここでC_iは、LUTに格納された整数個のL*a*b*座標を指すものである。

【 0 0 4 5 】

次に、色C_iの近傍を通るパラメトリック曲線を規定する(S303)。パラメトリック曲線には、一つあるいは複数の基底関数からなる総和演算から算出される連続したパラメトリック曲線を使用するが、本実施例では式(1)によるB-Spline(スプライン)曲線を用いる。

$$P(t) = \sum_i B_i N_{i,k}(t) \quad \dots (1)$$

ここで、tは媒介変数

パラメトリック曲線P(t)およびB_iは三次元列ベクトル

N_{i,k}(t)はB-Spline基底関数

【 0 0 4 6 】

図10は三階(二次)のB-Spline曲線を用いた場合の、B-Spline曲線と平滑化すべき色C_iの関係の一例を示す図で、C_iは写像すべき色、B_iはB-Spline曲線の定義多角形の頂点である。なお、パラメトリック曲線を規定する際は、色C_iからパラメトリック曲線への距離d_iの総和を最小にすることが望ましい。

【 0 0 4 7 】

続いて、B-Spline曲線P(t_i)とC_iの距離が最小になる媒介変数t_iを算出する(S304)。この媒介変数t_iとパラメトリック曲線P(t)をもって色C_iの表現とみなす。

【 0 0 4 8 】

次に、定義多角形の頂点B_iはそのままに、B-Spline曲線の基底関数N_{i,k}(t)を変更する(S305)。この変更は、基底関数の節点数および節点位置はそのままに、基底関数の階数(次数)を上げる操作により実現される。変更された基底関数をN_{new i,k}(t)とすると、変更されたB-Spline曲線は式(2)のように表される。

$$P'(t) = \sum_i B_i N_{new i,k}(t) \quad \dots (2)$$

【 0 0 4 9 】

次に、色座標に対する平滑化結果C'_iを、パラメトリック曲線P'(t)および媒介変数t_iから、C'_i=P'(t_i)として取得する(S306)。図11は、変更後のB-Spline曲線に媒介変数値t_iを代入することで取得した平滑化結果C'_iを示す図である。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

最後に、写像結果 $C'i$ を $L*a*b*$ から $L*a*b*$ への変換LUTに書き込み、LUTを更新する(S307)。

【0051】

なお、本実施例ではB-Spline曲線を用いたが、有理B-Spline曲線などのパラメトリック曲線を用いることも可能である。さらに、パラメトリック曲線の階数を制御することで、平滑化の強度を自由に調整することが可能である。

【0052】

このように、色空間上の分布データとしての色に対し、データ平滑化を簡便に実現することができる。さらに、パラメトリック曲線の階数を制御したり、パラメトリック曲線の種類を選択することで、平滑化の強度を容易に調整することができる。

10

【実施例2】

【0053】

以下、本発明にかかる実施例2の画像処理を説明する。なお、本実施例において、実施例1と略同様の構成については、同一符号を付して、その詳細説明を省略する。

【0054】

実施例2は、実施例1のステップS203における変換LUTの生成において、平滑化の方法を変更したものである。以下では、変更箇所であるステップS203を図12に示すフローチャートを用いて説明する。

【0055】

まず、然るべきアルゴリズムを用いて色再現域写像を施し、 $L*a*b*$ から $L*a*b*$ への変換LUTを生成する(S601)。

20

【0056】

次に、生成したLUT内 $L*a*b*$ データの平滑化を行うため、平滑化を行う色の組み合わせ C_i を決定する(S602)。ここで C_i は、LUTに格納された整数個の $L*a*b*$ 座標を指すものである。

【0057】

次に、色 C_i をB-Spline曲線の基準多角形頂点 B_i に定める(S603)。図13は色 C_i と基準多角形頂点 B_i の一例を示す図である。

【0058】

次に、ステップS603で定めた基準多角形を基準として、パラメトリック曲線を規定する(S604)。パラメトリック曲線には、一つまたは複数の基底関数からなる総和演算から算出される連続したパラメトリック曲線を使用するが、本実施例は式(1)によるB-Spline曲線を用いる。また、色 C_i に対応する媒介変数値は、B-Spline基底関数の節点座標 t_i と定める。図14は、三階(二次)のB-Spline曲線を用いた場合の、B-Spline曲線と基準多角形 B_i との関係例を示す図である。

30

【0059】

次に、色座標に対する平滑化結果 $C'i$ を、パラメトリック曲線 $P(t)$ および媒介変数 t_i から、 $C'i=P(t_i)$ として取得する(S605)。一例として、図13に示す基準多角形から生成された三階B-Spline曲線に対し、三階B-Spline曲線の基底関数節点座標 t_i を代入して得られた平滑化結果 $C'i$ を図14に示す。

40

【0060】

最後、写像結果 $C'i$ を $L*a*b*$ から $L*a*b*$ への変換LUTに書き込み、LUTを更新する(S606)。

【0061】

なお、本実施例ではB-Spline曲線を用いたが、有理B-Spline曲線、Bezier(ベジエ)曲線などのパラメトリック曲線を用いることも可能である。さらに、パラメトリック曲線の種類、階数を選択することで平滑化の強度を自由に調整することが可能である。

【0062】

このように、実施例2によれば、実施例1と同様の効果があるほか、パラメトリック曲線の算出が一回のみで済むため、実施例1と比較して演算コストを低減することができる。

50

【実施例3】

【0063】

以下、本発明にかかる実施例3の画像処理を説明する。なお、本実施例において、実施例1、2と略同様の構成については、同一符号を付して、その詳細説明を省略する。

【0064】

図15は、画像アプリケーションの動作の内、メインメモリ102に保持されたデジタル画像をプリンタ109で出力する際の画像情報変換処理を説明するフローチャートである。

【0065】

まず、カラーモニタ107の色再現情報をHDD 105などから読み込み(S1201)、プリンタ109の色再現情報をHDD 105などから読み込み(S1202)、処理中/処理結果のデジタル画像データを格納するため、変換画像蓄積用のメモリ領域を確保し(S1203)、モニタの色再現情報に基づいてメインメモリ102に保持されたRGB符号無し8ビット画像データをL*a*b*浮動小数点データに変換し、変換画像蓄積用のメモリ領域に格納する(S1204)。

【0066】

次に、後述する色再現域写像に基づき、L*a*b*からL*a*b*への変換を行い、再び変換画像蓄積用のメモリ領域に格納する(S1205)。

【0067】

最後に、プリンタの色再現情報に基づいて、変換画像蓄積用のメモリ領域に格納された浮動小数点表現によるL*a*b*画像データを、符号無し8Bit表現によるRGB画像データに変換する(S1206)。

【0068】

図16はステップS1205における色再現域写像処理を説明するフローチャートである。なお本説明において、色が連続的に変化することを「軌跡」と呼ぶ場合がある。

【0069】

まず、予め定められた写像すべき色の近傍を通る階調線を規定する(S1301)。階調線の表現としては、ベジェ曲線あるいはB-Spline曲線など、一つまたは複数の基底関数からなる総和演算から算出される、連続したパラメトリック曲線を使用する。使用するパラメトリック曲線の種類については、所望とする写像に従って切り替えることが望ましいが、以下では、一例として式(1)のB-Spline曲線による階調線を用いて説明する。

【0070】

図17は、三階(二次)のB-Spline曲線を階調線表現に用いた場合の、階調線と写像すべき色との関係例を示す図で、 C_i は写像すべき色、 B_i はB-Spline曲線の定義多角形の頂点で、モニタ色再現域内に定められる。また、図17に示す例に対応する基底関数を図18に示す。媒介変数の定義域は $[0, 2]$ である。なお、階調線を規定する際は、色 C_i からの曲線への距離 d_i の総和を最小にすることが望ましい。

【0071】

次に、予め定められた写像すべき色とたるべき階調線において、 $P(t_i)$ と C_i の距離が最小になる媒介変数 t_i を算出する(S1302)。この媒介変数 t_i およびパラメトリック曲線 $P(t)$ をもって色 C_i の表現とみなす。図17に示す例の C_i に対応する媒介変数値を下に示す。

$$t_0 = 0.418861 \quad t_2 = 1.0 \quad t_3 = 1.581139$$

【0072】

次に、階調線についてプリンタ色再現域への写像を定める(S1303)。この写像は、定義多角形の頂点 B_i の座標を B'_i に写像し、写像後のパラメトリック曲線 $P'(t)$ を下式のように定めることで実現する。ここで、B-Spline基底関数 $N_{ik}(t)$ を変化させないことを、念のために、付け加えておく。

$$P'(t) = \sum_i B_i N_{ik}(t) \quad \dots (3)$$

【0073】

すなわち、パラメトリック曲線の総和式内部の係数を置換するのみの操作になる。一例として、図17の階調線に写像を施した際の B_i および B'_i との関係、並びに、パラメトリック曲線 $P(t)$ および $P'(t)$ の関係を図19に示す。

10

20

30

40

50

【0074】

次に、写像すべき色の写像結果 $C'i$ を、写像された階調線および媒介変数から、 $C'i=P'(ti)$ として取得する(S1304)。一例として、図19の写像された階調線から、図17に示す関係に基づいて取得した写像結果 $C'i$ を図20に示す。

【0075】

以上がパラメトリック曲線を用いた階調線の写像の説明であるが、このパラメトリック曲線の種類あるいは階数(次数)などを切り替えることで、様々な非線形写像を容易に実現することができる。例えば、B-Spline基底関数を用いたB-Spline曲線では、基底関数の台が局所的であるため、ステップS1303の定義多角形変更の影響は局所的な領域に限られる。すなわち、写像前後で変化しない定義多角形頂点を生成するとともに、定義多角形の頂点数あるいはB-Spline基底関数の階数(次数)において一定の条件を満たすことで、写像前後で色が変化しない領域を容易に生成することができる。

【0076】

他方、例えば台が局所的ではないBernstein(バーンスタイン)基底関数を用いたBezier曲線では、定義多角形の一つの頂点の変更は曲線全体に影響する。従って、写像を滑らかに変化させたい場合などは、Bezier曲線に切り替えて写像を行うと効果的である。勿論、他にも、有理B-Spline曲線など様々なパラメトリック曲線を用いることが可能である。

【0077】

このように実施例3によれば、写像後の階調の曲線表現より簡便に色を算出することができることに加え、パラメトリック曲線を用いることで非線形な写像が容易になる。さらに、ある規則に従って色が変化する際の階調を保存できるため、階調性を良好に保持する写像が可能になる。さらに、写像を定義多角形で制御できるため、直感的に理解し易い写像、制御が容易な写像になる。また、パラメトリック曲線の種類、次数、定義多角形の頂点数、頂点の多重度を制御することで、写像の特性を自由に制御することが可能になる。

【実施例4】

【0078】

以下、本発明にかかる実施例4の画像処理を説明する。なお、本実施例において、実施例1-3と略同様の構成については、同一符号を付して、その詳細説明を省略する。

【0079】

実施例4は、実施例3のステップS1205の色再現域写像処理(図16に示す処理)において、階調線の規定方法を変更したもので、写像を行う色空間とは別種の色空間において写像すべき色を定める場合への適用を目的とする。

【0080】

以下、写像すべき色はRGB色空間で定められ、写像は $L^*a^*b^*$ 色空間で実施されるものとして、実施例3との差異である階調線の規定方法についてのみ説明する。

【0081】

初めに、ある階調線と対応付けられる写像すべき色 C_i は、RGB色空間において下記のようなRGB値を有するとする。ここで、 R_i 、 G_i および B_i は写像すべき色 C_i のRGB値で、 i は整数である。また、 R_{step} 、 G_{step} および B_{step} はRGB値それぞれのステップ幅である。

$$R_i = R_a + i \times R_{step}$$

$$G_i = G_a + i \times G_{step}$$

$$B_i = B_a + i \times B_{step}$$

【0082】

色 C_i の $L^*a^*b^*$ 色空間での座標に対し、ステップS1301において階調線が各色の近傍を通るようにパラメトリック曲線を設定する。なお、色 C_i から曲線への距離 d_i の総和が最小になるよう、パラメトリック曲線を設定することが望ましい。以下、ステップS1302以降では、実施例3と同様に写像を行う。

【0083】

このように、写像すべき色の取り方を工夫することで、写像を行う色空間とは別種の色空間において写像すべき色が定められる場合に、より階調性と精度とが高い写像が可能

10

20

30

40

50

になる。

【実施例 5】

【0084】

以下、本発明にかかる実施例5の画像処理を説明する。なお、本実施例において、実施例1-4と略同様の構成については、同一符号を付して、その詳細説明を省略する。

【0085】

実施例5は、実施例3におけるステップS1301の階調線の規定方法を限定するとともに、ステップS1304の階調写像方法を工夫したものである。以下、実施例3との差異についてのみ説明する。

【0086】

ステップS1301において階調線が各色の近傍を通るようにパラメトリック曲線を設定する際、定義多角形頂点を色 C_i のうちの幾つかより構成し、パラメトリック曲線を設定する。図21は写像すべき色 C_i 、定義多角形の頂点 B_i および階調線の関係例を示す図で、 $B_0=C_0$ 、 $B_1=C_2$ 、 $B_2=C_5$ 、 $B_3=C_7$ と設定してある。

【0087】

ステップS1303では、定義多角形の頂点 B_i の写像先 $B'i$ を定める際、対応する写像すべき色 C_j に対する写像先 $C'j$ を用いて $B'i=C'j$ と定める。ここで、色 C_j に対する写像先 $C'j$ は、ステップS1304に先立って予め定められるものである。

【0088】

実施例5によれば、階調線の写像と写像すべき色の写像とを直接に対応付けられるため、より直感的に理解し易い写像、すなわち制御がより容易な写像になる。

【0089】

[変形例]

前記の各実施例では、写像する色空間を $L^*a^*b^*$ 色空間で実現しているが、 $L^*u^*v^*$ 色空間のような他の均等色空間、XYZ色空間のような非均等色空間、あるいは、デバイスディペンデントなRGB色空間などに対しても本発明は適用可能である。さらに、次元数に関しても三次元空間に限定されることなく、四次元のCMYK色空間、あるいは、他の高次元色空間に対しても本発明は適用可能である。さらには、明度-彩度からなる色空間、あるいはxy色空間のような二次元空間に対しても本発明は適用可能である。

【0090】

[他の実施例]

なお、本発明は、複数の機器（例えばホストコンピュータ、インタフェイス機器、リーダ、プリンタなど）から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置（例えば、複写機、ファクシミリ装置など）に適用してもよい。

【0091】

また、本発明の目的は、前述した実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体（または記録媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施例の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施例の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム(OS)などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施例の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0092】

さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備

10

20

30

40

50

わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施例の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0093】

本発明を上記記憶媒体に適用する場合、その記憶媒体には、先に説明したフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】画像の表示形態が異なることに起因する色再現域の違いを示す図、

【図2】グリーン色相におけるモニタ色再現域およびプリンタ色再現域を模式的に示す図

10

、
【図3】アフィン変換などの線形写像を施す技術を説明する図、

【図4】モニタ色再現域とプリンタ色再現域の形状の相違を説明する図、

【図5】レッド色相におけるモニタ色再現域およびプリンタ色再現域を模式的に示す図、

【図6】実施例1の色信号変換装置の構成例を示すブロック図、

【図7】画像情報変換処理を説明するフローチャート、

【図8】色再現情報（RGB色空間とL*a*b*色空間の対応情報）の一例を示す図、

【図9】変換LUTの生成を説明するフローチャート、

【図10】三階（二次）のB-Spline曲線を用いた場合の、B-Spline曲線と平滑化すべき色 C_i の関係の一例を示す図、

【図11】変更後のB-Spline曲線に媒介変数値 t_i を代入することで取得した平滑化結果 C'_i を示す図、

20

【図12】実施例2の変換LUTの生成を説明するフローチャート、

【図13】色 C_i と基準多角形頂点 B_i の一例を示す図、

【図14】三階（二次）のB-Spline曲線を用いた場合の、B-Spline曲線と基準多角形 B_i との関係例を示す図、

【図15】実施例3の画像情報変換処理を説明するフローチャート、

【図16】色再現域写像処理を説明するフローチャート、

【図17】階調線と写像すべき色との関係例を示す図、

【図18】基底関数を示す図、

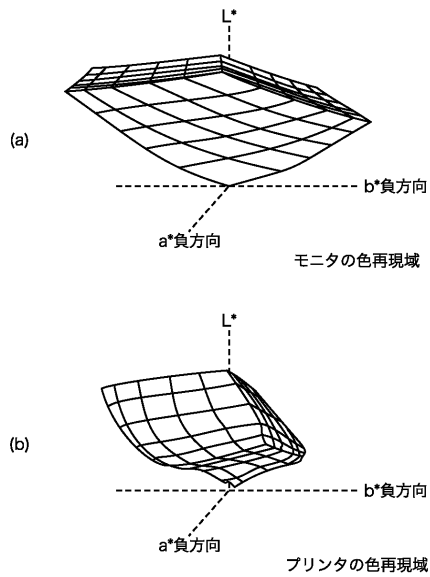
【図19】階調線に写像を施した際の B_i および B'_i との関係、並びに、パラメトリック曲線 $P(t)$ および $P'(t)$ の関係を示す図、

30

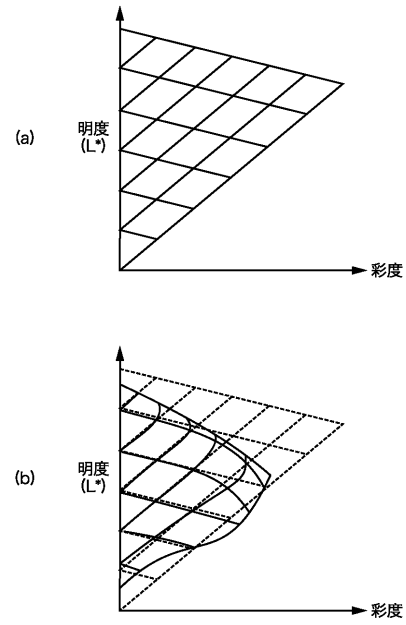
【図20】写像結果 C'_i を示す図、

【図21】実施例5の写像すべき色 C_i 、定義多角形の頂点 B_i および階調線の関係例を示す図である。

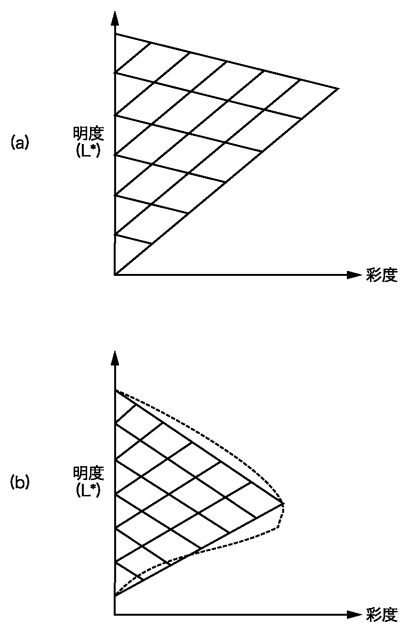
【 図 1 】



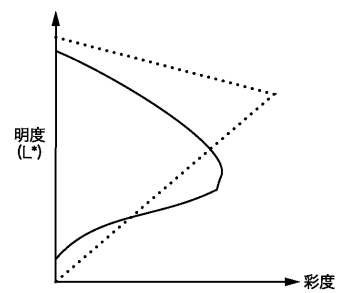
【 図 2 】



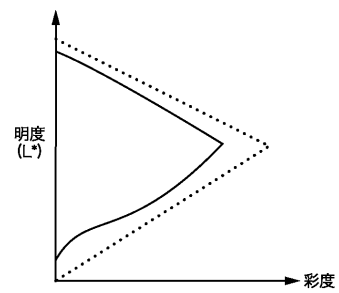
【 図 3 】



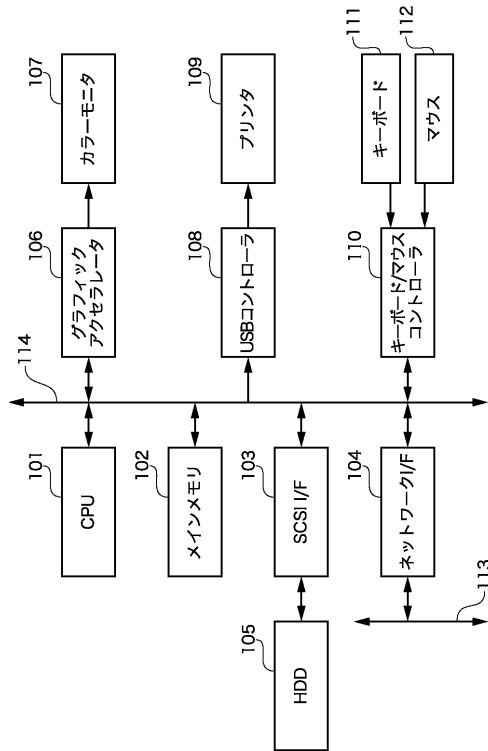
【 図 4 】



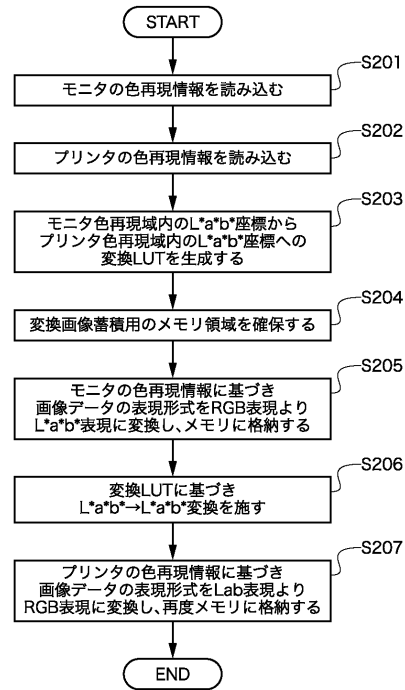
【 図 5 】



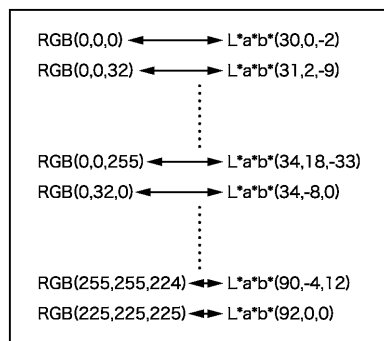
【図 6】



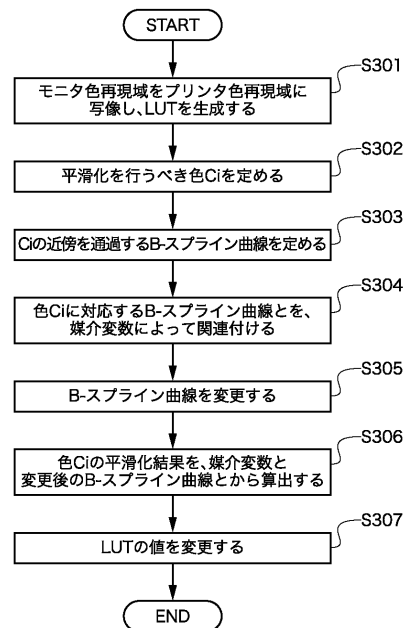
【図 7】



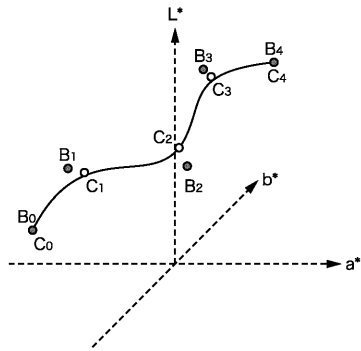
【図 8】



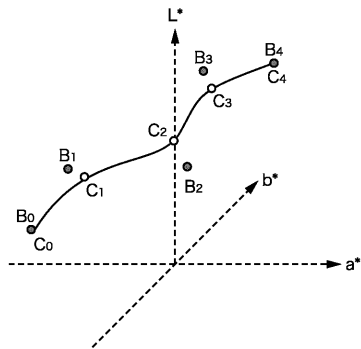
【図 9】



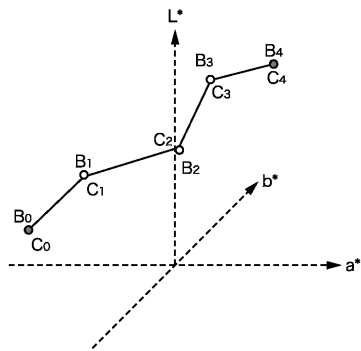
【図 10】



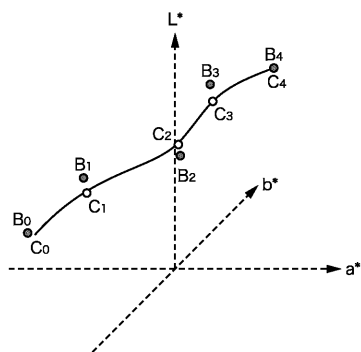
【図 11】



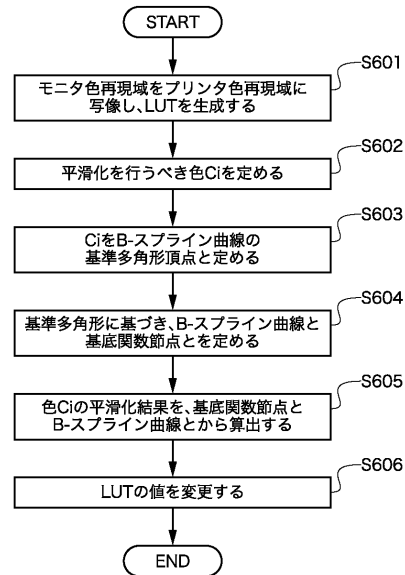
【図 13】



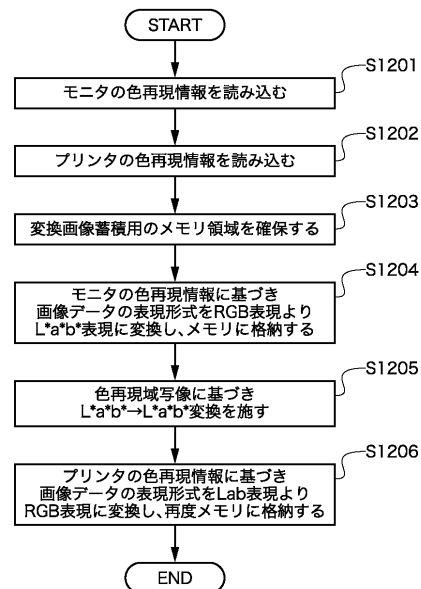
【図 14】



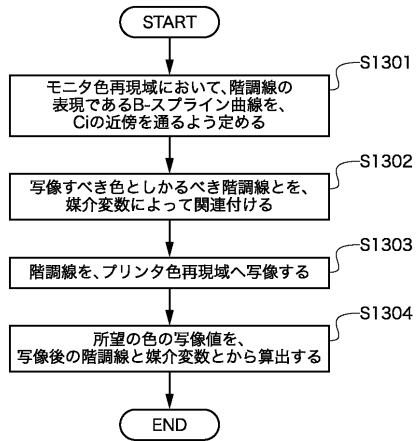
【図 12】



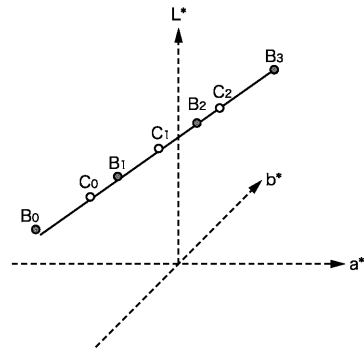
【図 15】



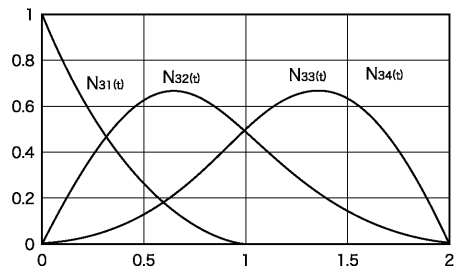
【図 16】



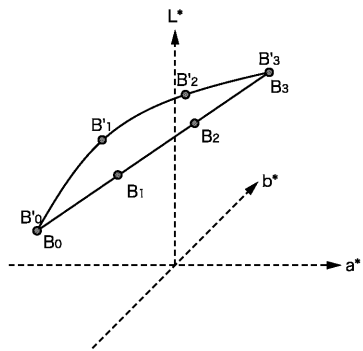
【図 17】



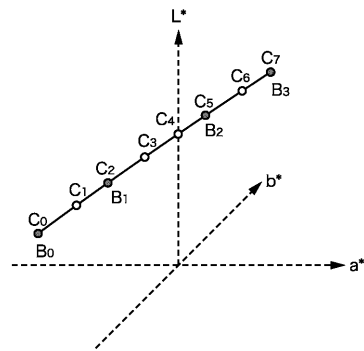
【図 18】



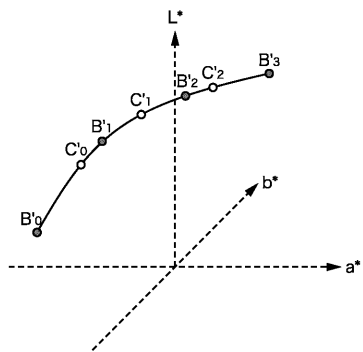
【図 19】



【図 21】



【図 20】



フロントページの続き

(72)発明者 深尾 珠州子

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 新井 公崇

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2C262 AB11 AB17 BA01 BC10 BC11 BC13 BC19 CA07 CA08

5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CE05 CE18
CH07

5C077 LL17 LL19 MP08 NN02 PP31 PP32 PP33 PP36 PP43 PQ12
PQ20 RR19 TT02 TT10

5C079 HB01 HB03 HB05 HB08 HB11 LA12 LA28 MA04 MA11 NA03
PA01 PA03 PA05