

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5489514号
(P5489514)

(45) 発行日 平成26年5月14日 (2014. 5. 14)

(24) 登録日 平成26年3月7日 (2014. 3. 7)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 9/64 (2006. 01)

H O 4 N 9/64 Z

H O 4 N 1/46 (2006. 01)

H O 4 N 1/46 Z

H O 4 N 1/60 (2006. 01)

H O 4 N 1/40 D

G O 6 T 1/00 (2006. 01)

G O 6 T 1/00 5 1 0

G O 6 T 5/00 (2006. 01)

G O 6 T 5/00 1 0 0

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-95297 (P2009-95297)
 (22) 出願日 平成21年4月9日 (2009. 4. 9)
 (65) 公開番号 特開2010-246049 (P2010-246049A)
 (43) 公開日 平成22年10月28日 (2010. 10. 28)
 審査請求日 平成24年4月9日 (2012. 4. 9)

(73) 特許権者 000001007
 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 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (72) 発明者 石井 正俊
 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 花本 貴志
 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

審査官 大室 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色処理方法、色処理装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体の鏡面反射色と拡散反射色とを合成し、前記物体の反射色を決定する色処理方法であって、

表示装置のダイナミックレンジに収まるように鏡面反射色を圧縮する圧縮ステップと、
前記圧縮ステップによる圧縮後の鏡面反射色の最大値において、前記鏡面反射色の合成比率が最大値をとり前記拡散反射色の合成比率が最小値をとるように前記物体の鏡面反射色と拡散反射色との合成比率を決定する決定ステップと、

前記決定ステップにより決定された合成比率に従って鏡面反射色と拡散反射色とを合成し、前記物体の反射色を算出する算出ステップとを含むことを特徴とする色処理方法。

10

【請求項 2】

入力された第1の色空間における物体の画像データを第2の色空間の画像データに変換する変換ステップと、

前記物体が配置される仮想三次元空間における所定の照明条件と前記変換ステップで生成された前記第2の色空間の画像データとに基づいて、前記物体の鏡面反射色と拡散反射色とを算出する第1の算出ステップと、

表示装置のダイナミックレンジに収まるように鏡面反射色を圧縮する圧縮ステップと、
前記圧縮ステップによる圧縮後の鏡面反射色の最大値において、前記鏡面反射色の合成比率が最大値をとり前記拡散反射色の合成比率が最小値をとるように前記物体の鏡面反射色と拡散反射色との合成比率を決定する決定ステップと、

20

前記決定ステップにより算出された合成比率に従って鏡面反射色と拡散反射色とを合成し、前記物体の反射色を算出する第2の算出ステップとを含むことを特徴とする色処理方法。

【請求項3】

前記決定ステップは、鏡面反射色の合成比率と拡散反射色の合成比率とが反比例の関係になるように合成比率を決定することを特徴とする請求項1又は2に記載の色処理方法。

【請求項4】

前記合成比率と前記鏡面反射色とがリニアな関係をとることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載の色処理方法。

【請求項5】

コンピュータに、請求項1乃至4の何れか1項に記載された色処理方法の各ステップを実行させるためのプログラム。

【請求項6】

物体の鏡面反射色と拡散反射色とを合成し、前記物体の反射色を決定する色処理装置であって、

表示装置のダイナミックレンジに収まるように鏡面反射色を圧縮する圧縮手段と、

前記圧縮手段による圧縮後の鏡面反射色の最大値において、前記鏡面反射色の合成比率が最大値をとり前記拡散反射色の合成比率が最小値をとるように前記物体の鏡面反射色と拡散反射色との合成比率を決定する決定手段と、

前記決定手段により決定された合成比率に従って鏡面反射色と拡散反射色とを合成し、前記物体の反射色を算出する算出手段とを有することを特徴とする色処理装置。

【請求項7】

入力された第1の色空間における物体の画像データを第2の色空間の画像データに変換する変換手段と、

前記物体が配置される仮想三次元空間における所定の照明条件と前記変換手段で生成された前記第2の色空間の画像データとに基づいて、前記物体の鏡面反射色と拡散反射色とを算出する第1の算出手段と、

表示装置のダイナミックレンジに収まるように鏡面反射色を圧縮する圧縮手段と、

前記圧縮手段による圧縮後の鏡面反射色の最大値において、前記鏡面反射色の合成比率が最大値をとり前記拡散反射色の合成比率が最小値をとるように前記物体の鏡面反射色と拡散反射色との合成比率を決定する決定手段と、

前記決定手段により算出された合成比率に従って鏡面反射色と拡散反射色とを合成し、前記物体の反射色を算出する第2の算出手段とを有することを特徴とする色処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物体の鏡面反射色と拡散反射色とを合成し、前記物体の反射色を決定する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

プリンタ等を用いて印刷された印刷物は、D50と呼ばれる5000Kの色温度の照明下で観察することを想定して出力されている。そのため、パソコン等のモニタで、予め印刷結果をシミュレーションする場合は、印刷物がD50の照明下で観察されることを想定し、処理が実行される。このようなシミュレーションをソフトプルーフと呼び、カラーマッチングシステム（以下、CMSと称す）を用いて処理が実行される。また、D50以外の照明下での印刷物の色の見えをシミュレーションする技術も存在する（例えば、特許文献1参照）。これらは、CMSを実行するエンジンの性能や、カラープロファイルと呼ばれる、モニタやプリンタ、印刷メディアの特性を記述したプロファイルによって精度が左右されるが、およその印刷結果はモニタ上で再現可能である。

【0003】

一方で、出力デバイスの色再現範囲に応じて、なるべく忠実に印刷物を再現する技術も存在する（例えば、特許文献 2 参照）。これは、拡散反射成分と鏡面反射成分に、定数や関数を乗じておくことによって、これらを合成した際の反射光の輝度を任意の値に調整可能にするものである。なお、定数や関数は、光の反射方向と観察方向のずれ角に応じて決定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 9 - 4 6 5 3 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 9 5 3 7 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、実際の印刷物を見た際の印象は、色だけに依存するものではなく、印刷物を構成する色材の光沢成分に大きく影響を受ける。そのため、印刷物とモニタでシミュレーションした結果とを比べると、違和感を覚えることも少なくない。つまり、より実際に近いシミュレーションを行うには、色のみでなく、光沢成分も同時にシミュレートする必要がある。

【0006】

ただし、光沢成分も同時にモニタ上でシミュレートする際には、鏡面反射成分の輝度とモニタのダイナミックレンジが大きく関わることになる。光沢紙に印刷された印刷物の鏡面反射成分の輝度は、拡散反射成分に比べ、桁違いに高く、モニタのダイナミックレンジを超えてしまう。そのため、モニタ上で鏡面反射成分を含んだ色再現を行うことは、困難であった。これを解決する方法として、ダイナミックレンジの圧縮が考えられる。但し、従来の鏡面反射成分と拡散反射成分の合成結果である反射色をレンジ圧縮するような方法では、拡散反射成分も同時に圧縮されてしまうために色が変化してしまい、印刷物のソフトプルーフのような色の正確性が求められる用途での使用は困難であった。

20

【0007】

そこで、本発明の目的は、ダイナミックレンジがそれほど広くない一般的な表示装置を使って鏡面反射色を含んだソフトプルーフ処理を行う際に、物体の色の再現性を保ちつつ、同時に光沢の再現をすることにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の色処理方法は、物体の鏡面反射色と拡散反射色とを合成し、前記物体の反射色を決定する色処理方法であって、表示装置のダイナミックレンジに収まるように鏡面反射色を圧縮する圧縮ステップと、前記圧縮ステップによる圧縮後の鏡面反射色の最大値において、前記鏡面反射色の合成比率が最大値をとり前記拡散反射色の合成比率が最小値をとるように前記物体の鏡面反射色と拡散反射色との合成比率を決定する決定ステップと、前記決定ステップにより決定された合成比率に従って鏡面反射色と拡散反射色とを合成し、前記物体の反射色を算出する算出ステップとを含むことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、ダイナミックレンジが広くない表示装置を使って鏡面反射色を含んだソフトプルーフ処理を行う際に、物体の色の再現性を保ちつつ、同時に光沢の再現をすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】本発明の実施形態におけるシステム構成を示すブロック図である。

【図 2】sRGB 色空間の画像データをプリンタで出力した際の印刷物の色を、モニタ上でシミュレートする方法を示す図である。

50

【図 3】拡散反射成分の L U T と鏡面反射成分の L U T とを生成する処理を説明するための図である。

【図 4】C G において、物体の反射色を算出する方法を説明するための図である。

【図 5】C G における光源色を決定する方法を示すフローチャートである。

【図 6】C G において、印刷物に光沢成分を加えるための仮想環境を 3 D モデル化した図である。

【図 7】画像の入力からモニタへの出力までをまとめた処理の流れを示すフローチャートである。

【図 8】印刷物以外の 3 D オブジェクトをモニタに表示するまでの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 9】鏡面反射色のレンジ圧縮方法を説明するための図である。

【図 10】鏡面反射色と拡散反射色との合成比率の算出方法を説明するための図である。

【図 11】拡散反射色と鏡面反射色とを合成し、反射色を決定するまでの処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を適用した好適な実施形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

【0012】

< 第 1 の実施形態 >

先ず、第 1 の実施形態について説明する。本実施形態では、C G 技術を利用したソフトウェア処理によって、印刷物の色とブロンズ現象を含む光沢をモニタ上で再現する方法に関して説明を行う。

【0013】

図 1 は、第 1 の実施形態におけるシステム構成を示すブロック図である。入力装置 101 は、ユーザからの指示やデータを入力する装置であり、キーボードやマウス等のポインティングシステムを含む。表示装置 102 は、G U I 等を表示する装置であり、通常は C R T や液晶ディスプレイ等のモニタを表す。蓄積装置 103 は、画像データやプログラムを蓄積する装置であり、通常はハードディスクが用いられる。104 は、C P U であり、システム全体の制御を行っている。R O M 105、R A M 106 は、システムの記憶装置を構成し、システムが実行するプログラムやシステムが利用するデータを記憶する。また、以降のフローチャートの処理に必要な制御プログラムは、蓄積装置 103 に格納されているものとし、一旦 R A M 106 に読み込まれてから実行される。なお、システム構成については、上記以外にも様々な構成要素が存在するが、本発明の主眼ではないので、その説明は省略する。また、図 1 に示す構成は、色処理装置の適用例となる構成である。

【0014】

図 2 は、s R G B 色空間の画像データをプリンタで出力した際の印刷物の色を、モニタ上でシミュレートする方法を示す図である。まず、s R G B 色空間で撮影された画像データ 201 はプリンタの色空間に変換される。この際、C M S エンジン 202 に対し、入力プロファイル、出力プロファイル、印刷物を設置する環境（仮想環境）の照明条件が指定される。画像データが s R G B 色空間なので、入力プロファイルは s R G B 色空間のプロファイルが指定される。画像データが s R G B 色空間でない場合は、画像に関連付けられたプロファイルが指定される。出力プロファイルは、プリンタプロファイルが指定される。プリンタプロファイルは、プリンタの機種、印刷メディア、印刷品位毎に用意されており、条件に適したものを選択する必要がある。照明条件は、照明の色温度や、蛍光灯の種類（高演色形、三波長形、普通形）が指定される。また、この際の C M S エンジン 202 のレンダリングインテントは、何でも良い（通常は、Perceptual）。画像データ 201 を C M S エンジン 202 に通すと、指定した照明条件下における、プリンタ色空間での画像データ 203 が得られる。この際、照明の色温度が低ければ、オレンジ方向に R G B 値が移動し、色温度が高ければ、青方向に R G B 値が移動する。なお、s R G B 色空間は第 1 の色空間、プリンタ色空間は第 2 の色空間の適用例となる構成である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

次に、画像データ 2 0 3 はモニタ色空間に変換される。この際、C M S エンジン 2 0 4 に対し、入力プロファイル、出力プロファイル、モニタを観察している環境（モニタ環境）の照明条件が指定される。入力プロファイルは、C M S エンジン 2 0 2 で指定したものと同一プリンタプロファイルが指定される。出力プロファイルは、モニタプロファイルが指定される。モニタプロファイルは、メーカーから配布されているもの、あるいは専用の測定器を用いて作成したものが用いられる。照明条件は、照明の色温度や、蛍光灯の種類（高演色形、三波長形、普通形）が指定される。ただし、モニタは自発光デバイスなので、照明条件にはあまり左右されない。そのため、照明条件は省略しても構わない（省略した場合、5 0 0 0 K の高演色形が指定される）。また、通常、この際のレンダリングインテントは、色度値のずれないAbsolute Colorimetricが指定される。画像データ 2 0 3 を C M S エンジン 2 0 4 に通すと、モニタ色空間の画像データ 2 0 5 が得られる。これをモニタに表示することによって、印刷物の色がシミュレートされる。

10

【 0 0 1 6 】

図 3 は、拡散反射成分の L U T と鏡面反射成分の L U T とを生成する処理を説明するための図である。図 3（a）は、拡散反射成分の L U T と鏡面反射成分の L U T とを生成する処理の流れを示すフローチャートである。図 3（a）において、まず、C P U 1 0 4 は、カラーパッチの画像データ（以下、パッチ画像データと称す）を準備し、プリンタでパッチ画像データを印刷する（ステップ S 3 0 1）。このパッチ画像データは、R G B の各色を 9 グリッドに分割し、それらの組み合わせにより作成される 7 2 9（9 × 9 × 9）色のデータから構成される。C P U 1 0 4 は、このパッチ画像データを、ソフトプルーフのターゲットとするプリンタ及び用紙で印刷する。この際、プリンタドライバの設定において、カラーマッチング機能をオフにして出力する必要がある。ここまでの処理は、一般にプリンタプロファイルを作成する際の方法と同様である。

20

【 0 0 1 7 】

そして、C P U 1 0 4 は、出力されたパッチ画像データを測定器で測定する（ステップ S 3 0 2）。この際に測定する項目を測定項目（図 3（b））に示す。測定器は、それぞれのパッチ画像データに対して、4 5 度の方向から光を照射し、拡散方向の分光反射率 3 0 2、正反射方向の分光反射率 3 0 3、反射光の広がり 3 0 4 の 3 つの項目を測定する。測定にはゴニオフォトメータやヘイズメータ等の一般的な測定器を使用する。

30

【 0 0 1 8 】

次に、C P U 1 0 4 は、測定されたそれぞれのパッチ画像データの、拡散方向の分光反射率 3 0 2 と正反射方向の分光反射率 3 0 3 とを光源の種類毎に X Y Z 値に変換する（ステップ S 3 0 3）。そして、C P U 1 0 4 は、パッチ画像データの R G B 値と結びつけ、拡散反射 L U T（R G B 入力、X Y Z 出力）3 0 5 と鏡面反射 L U T（R G B 入力、X Y Z 出力）3 0 6 とを光源の種類数だけ作成する。X Y Z 値への変換は、分光反射率、光源の分光スペクトル及び等色関数を掛け合わせるによって行う。ここで、光源の分光スペクトルは、D 5 0、D 6 5 等の規格値を用いるか、あるいは任意の光源に対しては分光放射輝度計等の測定器により測定し、求めればよい。本実施形態では、光源の種類を、D 5 0、D 6 5、A 光源の 3 種類とするが、もちろん必要に応じて、この光源の種類は増減させてよい。このようにして、D 5 0、D 6 5、A 光源のそれぞれの光源に対して、拡散反射 L U T 3 0 5 と鏡面反射 L U T 3 0 6 とを作成する。すなわち、拡散反射 L U T 3 0 5 が 3 つ、鏡面反射 L U T 3 0 6 が 3 つ作成されることになる。一方、反射光の広がり 3 0 4 に関しては、C P U 1 0 4 は、パッチ画像データ毎に測定されたデータから、後述する鏡面反射式のパラメータ n を算出し、反射光の広がり L U T 3 0 7 として R A M 1 0 6 に保持しておく。なお、本実施形態では、L U T の補間精度と補間速度の両方を加味し、R G B 各色 9 グリッドの 7 2 9 色の L U T を生成しているが、もちろんグリッド数やグリッド間隔はこれに限るものではない。グリッド数を増やして精度を向上させることももちろん可能である。

40

【 0 0 1 9 】

50

図4は、CGにおいて、物体の反射色を算出する方法を説明するための図である。反射には、一般に拡散反射と鏡面反射とがある。拡散反射は、物体の色に大きく関わり、拡散反射モデルによって拡散反射色が算出される。一方、鏡面反射は、物質の光沢色に大きく関わり、鏡面反射モデルによって鏡面反射色が算出される。それぞれのモデルにおいて拡散反射色と鏡面反射色とを算出した後、その2つを加算することによって、物体の反射色が決定される。ここで、反射色は全てsRGB色空間でのRGB値を取るものとする。図4の401は、拡散反射モデルの概念を示している。ベクトルNは、物体表面の法線方向を表す法線ベクトル、ベクトルLは、光源の方向を示す光源ベクトルである。このモデルに基づいた拡散反射色の算出式は、式402で表される。I_dは、光源色を表すパラメータであり、K_dは、物体の表面色とその反射強度を表すパラメータ、N・Lは、法線ベクトルNと光源ベクトルLの内積である。図4の403は、鏡面反射モデルの概念を示している。ベクトルNは、物体表面の法線方向を表す法線ベクトル、ベクトルLは、光源の方向を示す光源ベクトル、ベクトルEは、視線方向の視線ベクトル、ベクトルRは、ベクトルEの反射ベクトルである。このモデルに基づいた鏡面反射色の算出式は、404の式で表される。I_sは、光源色を表すパラメータであり、I_dと同じパラメータである。K_sは、光沢成分の色とその反射強度を表すパラメータ、L・Rは、光源ベクトルLと反射ベクトルRの内積である。nは、光沢の発散度合いを示すパラメータであり、図3における反射光の広がりLUT307から求まる。それぞれのモデルにおいて、拡散反射色C_d、鏡面反射色C_sが求まれば、405の式によって、最終的な物体の反射色Cを求める。

【0020】

図5は、CGにおける光源色を決定する方法を示すフローチャートである。ステップS501では、CPU104は、光源のXYZ値を入力する。代表的な光源のXYZ値は、インターネット等で公開されているので手軽に入手できる。また、専用の測定器を用いて実際の光源を測定し、それを入力してもよい。

【0021】

ステップS502では、CPU104は、XYZ色空間における白色点をsRGB色空間に合わせて、6500Kに移動させる。この処理には、3x3のマトリクス変換を用いる。

【0022】

ステップS503では、CPU104は、XYZ値からRGB値への変換を行い、処理を終了する。この変換には一般的な3x3のマトリクス変換を用いる。以上の処理により、sRGB色空間における光源色が求まる。

【0023】

図6は、CGにおいて、印刷物に光沢成分を加えるための仮想環境を3Dモデル化（仮想三次元空間）した図である。図6(a)に示すように、まず、仮想環境内に壁、天井、床等の3Dオブジェクト604を設置する。次に、照明603を設置する。この照明603からは、図5で求めた光源色の光が放射されている。最後に、印刷物（物体）602を仮想空間の中央近辺に配置する。この環境において、図3の反射モデルにより照明603より放射された光が印刷物602や3Dオブジェクト604に当たり、どのような反射色になるかが計算される。印刷物以外の3Dオブジェクト604を設置するのは、印刷物602への写りこみを再現する等、実際の環境に近づけるためである。印刷物602を拡大すると、図6(b)の印刷物拡大図に示すようになり、照明603が写りこんで、光沢成分606が表示される。

【0024】

図7は、画像の入力からモニタへの出力までをまとめた処理の流れを示すフローチャートである。

【0025】

ステップS701では、CPU104は、ソフトブーフ処理を行い、図6(a)の仮想3Dモデルにおける印刷物602として表示するための画像データを入力する。ここで、画像データの色空間はsRGB色空間とする。

【0026】

ステップS702では、CPU104は、図6(a)の仮想3Dモデル環境における照明条件Iを入力する。照明条件は、色温度や蛍光灯の種類が入力される。

【0027】

ステップS703では、CPU104は、ソフトプルーフのターゲットとするプリンタ及び紙に対応するプリンタプロファイルを入力する。

【0028】

ステップS704では、CPU104は、図2で説明した処理に従って、ステップS701で入力された画像データをsRGB色空間からプリンタ色空間にCMSエンジンを用いて変換し、画像データ(プリンタ色空間)203を得る。ここで、レンダリングインテントはPerceptualを指定し、ステップS702で入力された照明条件I及びステップS703で入力されたプリンタプロファイルを使って処理が行われる。なお、ステップS704は、変換ステップの処理例である。

10

【0029】

ステップS705では、CPU104は、照明603の光源色を無色に設定する。ここでいう無色とは、XYZ値を0から1.0で正規化したときの $(X, Y, Z) = (1.0, 1.0, 1.0)$ のことである。

【0030】

ステップS706では、CPU104は、ステップS702で入力された照明条件Iに対応する拡散反射LUTを、図3で説明した光源毎の拡散反射LUT305の中から選択する。

20

【0031】

ステップS707では、CPU104は、紙表面に対して法線方向における拡散反射成分のXYZ値を算出する。この処理は、ステップS704で得られたプリンタ色空間の画像データ203のRGB値で、ステップS706で選択された拡散反射LUTを参照することによって行われる。

【0032】

ステップS708では、CPU104は、視線方向における拡散反射成分のXYZ値(拡散反射色)を拡散反射式402に基づいて算出する。ここで、拡散反射式402における K_d は、ステップS707で算出されたXYZ値となる。また、 I_d は、ステップS705で設定された無色の光源色に合わせ、 $(X, Y, Z) = (1.0, 1.0, 1.0)$ となる。

30

【0033】

ステップS709では、CPU104は、入力された照明条件Iに対応する鏡面反射LUTを、図3で説明した光源毎の鏡面反射LUT306の中から選択する。

【0034】

ステップS710では、CPU104は、45度の角度から入射された光の正反射方向における鏡面反射成分のXYZ値を算出する。この処理は、ステップS704で得られたプリンタ色空間の画像データ203のRGB値で、ステップS709で選択された鏡面反射LUTを参照することによって行われる。なお、ステップS708、S710は、第1の算出ステップの処理例である。

40

【0035】

ステップS711では、CPU104は、視線方向における鏡面反射成分のXYZ値(鏡面反射色)を鏡面反射式404に基づいて算出する。ここで、鏡面反射式404における K_s は、ステップS710で算出されたXYZ値となる。また、 I_s は、ステップS705で設定された無色の光源色に合わせ、 $(X, Y, Z) = (1.0, 1.0, 1.0)$ となる。光沢の発散度合いを示すパラメータ n は、ステップS704で得られたプリンタ色空間の画像データのRGB値で、反射光の広がりLUT307を参照し、算出された

50

値を使用する。

【0036】

ステップS712では、CPU104は、物体の反射色の算出式405に従って、ステップS708で算出された拡散反射色とステップS711で算出された鏡面反射色とを加算し、反射色のXYZ値を算出する。

【0037】

ステップS713では、CPU104は、モニタプロファイルを入力する。ステップS714では、CMSエンジン204により、ステップS712で算出された反射色のXYZ値をモニタ色空間におけるRGB値に変換し、処理を終了する。

【0038】

図8は、印刷物602以外の3Dオブジェクト604をモニタに表示するまでの処理の流れを示すフローチャートである。

【0039】

ステップS801では、CPU104は、3Dオブジェクト604のそれぞれの色を入力する。

【0040】

ステップS802では、CPU104は、図6(a)の仮想3Dオブジェクト環境における照明条件Iを入力する。照明条件Iは、色温度や蛍光灯の種類が入力される。

【0041】

ステップS803では、CPU104は、照明条件IをsRGB色空間で見た際の色I_{vs}を決定する。ここでの処理は、図5に示す処理フローに沿って行わる。

【0042】

ステップS804では、CPU104は、照明603の光源色をI_{vs}に設定する。ステップS805では、CPU104は、3Dオブジェクト604に対し、光源色I_{vs}を用いて、拡散反射式402に基づいた拡散反射色を計算する。ここで、I_dにはI_{vs}を設定し、K_dは、3Dオブジェクト604の色に印刷メディアの反射強度を掛け合わせた値とする。

【0043】

ステップS806では、CPU104は、3Dオブジェクト604に対し、I_{vs}の光源色を用いて、鏡面反射式404に基づいた鏡面反射色を計算する。ここで、I_sにはI_{vs}を設定し、K_sは、光沢色である白色に反射強度を掛け合わせた値にする。

【0044】

ステップS807では、CPU104は、ステップS805で算出した拡散反射色とステップS806で算出した鏡面反射色とを加算し、3Dオブジェクト604の反射色を算出する。

【0045】

ステップS808では、CPU104は、モニタプロファイルをCMSエンジン204に入力する。ステップS809では、CPU104は、ステップS807で算出した反射色を、sRGB色空間からモニタ色空間にCMSエンジン204を用いて変換し、処理を終了する。以上の処理により、3Dオブジェクト604のモニタでの表示色が計算できる。

【0046】

最終処理として、図7及び図8のフローチャートに示す処理結果を合成し、モニタにレンダリングする。これによって、図6(a)の仮想3Dモデルがモニタに表示され、画像データの印刷時の色や印刷物への照明等の写りこみ、あるいは、光源や色材によって生じるブロンズ現象までを加味した光沢を再現することができ、より実物に近い印刷物のシミュレーションが可能となる。

【0047】

なお、本実施形態では、画像データやCGでの色計算に、sRGB色空間を用いているが、Adobe RGB等の、その他の色空間を用いてもよいことはいうまでもない。また

10

20

30

40

50

、本実施形態では、XYZ表色系を用いて説明したが、例えば、CIEの $L^*a^*b^*$ 表色系等の他の表色系を用いてもよい。

【0048】

<第2の実施形態>

次に、第2の実施形態について説明する。上述した第1の実施形態では、物体の反射色の算出式405に示したように、物体の反射色は、拡散反射色と鏡面反射色とを足し合わせるによって算出する。しかしながら、モニタのダイナミックレンジが狭い場合には、単純な足し合わせによって算出された反射色をそのまま表示することはできない。つまり、ダイナミックレンジ圧縮が必要となる。このレンジ圧縮を算出された反射色に対して行い、表示しようとする、拡散反射色も同時に圧縮されることになるため、シミュレートする印刷物のモニタ表示色が変化してしまう。つまり、ソフトブーフのような色の正確性が求められる用途に、このような方法を使用することは問題がある。

10

【0049】

本実施形態では、ソフトブーフのような色の正確性が求められる用途にも使用できる、拡散反射色と鏡面反射色との合成方法に関して説明を行う。システム構成に関しては第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0050】

図9は、鏡面反射色のレンジ圧縮方法を説明するための図である。ここでは、鏡面反射色の圧縮式902に従って、モニタのダイナミックレンジ901に収まるように鏡面反射色 C_s を圧縮し、鏡面反射色(圧縮) C_s' を算出する。ここで、 $T()$ はトーンマッピング関数を示しており、例えば、次の文献に示されているようなトーンマッピング手法を用いる。

20

(文献) Photographic Tone Reproduction for Digital Images

Erik Reinhard, Mike Stark, Peter Shirley and Jim Ferwerda

(THE UNIVERSITY OF UTAH)

【0051】

また、これ以外にも、図9に示すように、低輝度部においてはリニアにマッピングし、高輝度になるに従ってモニタのレンジに収まるように、単調増加の弧を描いてマッピングするような手法であれば、別の公知の方法を用いてもよい。

【0052】

30

図10は、鏡面反射色と拡散反射色との合成比率の算出方法を説明するための図である。まず、鏡面反射色の合成比率の算出方法について説明する。図10(a)のグラフに従って、鏡面反射色の合成比率は、鏡面反射色の圧縮式902により算出された鏡面反射色(圧縮) C_s' に応じて決定される。具体的には、鏡面反射色の合成比率の算出式1001により算出される。ここで、 $C_s'(max)$ は、鏡面反射色(圧縮) C_s' の最大値を示している。この式により、鏡面反射色の合成比率は、0から1.0の範囲で決定される。

【0053】

次に、拡散反射色の合成比率の算出方法について説明する。拡散反射色の合成比率は、拡散反射色の合成比率の算出式1002により算出される。図10(b)のグラフに従って、拡散反射色の合成比率は、鏡面反射色の合成比率の算出式1001により求めた鏡面反射色の合成比率を1.0から引いた値となる。つまり、合成比率は、光沢の強いところでは鏡面反射色が支配的になり、逆に光沢の弱いところでは拡散反射色が支配的になるように決定される。なお、本実施形態では、鏡面反射色の合成比率の算出式1001において、鏡面反射色の合成比率と鏡面反射色(圧縮) C_s' がリニアな関係をとるような式を用いたが、算出式はこれに限るものではない。 C_s' が大きくなるほど C_s' が大きくなるという関係が保たれば、別の関数を用いてもよい。

40

【0054】

図11は、拡散反射色と鏡面反射色とを合成し、反射色を決定するまでの処理の流れを示すフローチャートである。

50

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 1 0 1 では、CPU 1 0 4 は、鏡面反射色をレンジ圧縮する。ここでは、図 9 で説明したレンジ圧縮方法に従って処理が行われる。なお、ステップ S 1 1 0 1 は、圧縮ステップの処理例である。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 1 0 2 では、CPU 1 0 4 は、鏡面反射色と拡散反射色との合成比率を算出する。ここでは、図 1 0 で説明した合成比率の算出方法に従って、鏡面反射色と拡散反射色との合成比率が算出される。なお、ステップ S 1 1 0 2 は、決定ステップの処理例である。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 1 0 3 では、CPU 1 0 4 は、物体の反射色を式 (1) に従って算出し、処理を終了する。

物体の反射色 $C = \quad \times C s' + \quad \times C d \cdots$ 式 (1)

ここで、 \quad は鏡面反射色の合成比率、 \quad は拡散反射色の合成比率、 $C s'$ は鏡面反射色 (圧縮)、 $C d$ は拡散反射色をそれぞれ示している。なお、ステップ S 1 1 0 3 は、算出ステップ又は第 2 の算出ステップの処理例である。

【 0 0 5 8 】

以上のように、表示装置 1 0 2 のダイナミックレンジに収まるように鏡面反射色を圧縮するとともに、物体の鏡面反射色と拡散反射色との合成比率を決定し、決定された合成比率に従って鏡面反射色と拡散反射色とを合成して反射色を算出するようにしている。従って、ダイナミックレンジがそれほど広くない一般的な表示装置 1 0 2 を使って鏡面反射色を含んだソフトブーフ処理を行う際に、物体の色の再現性を保ちつつ、同時に光沢の再現をすることが可能となる。

【 0 0 5 9 】

また、図 1 0 で説明した合成比率の算出方法の他に、鏡面反射色の合成比率と拡散反射色の合成比率とが反比例の関係になるように合成比率を決定してもよい。

【 0 0 6 0 】

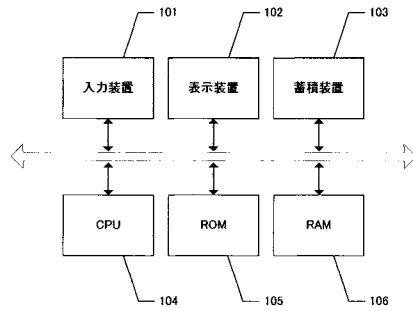
上述した本発明の実施形態を構成する各手段及び各ステップは、コンピュータの RAM や ROM 等に記憶されたプログラムが動作することによって実現できる。このプログラム及び前記プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は本発明に含まれる。

10

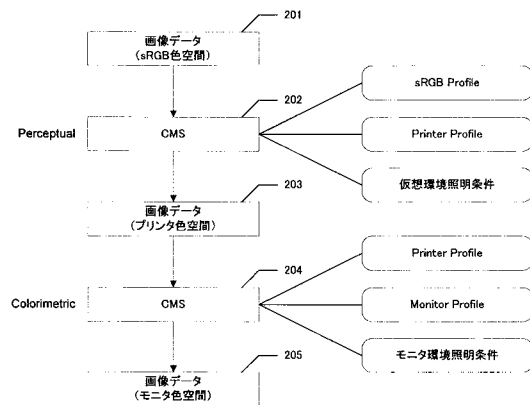
20

30

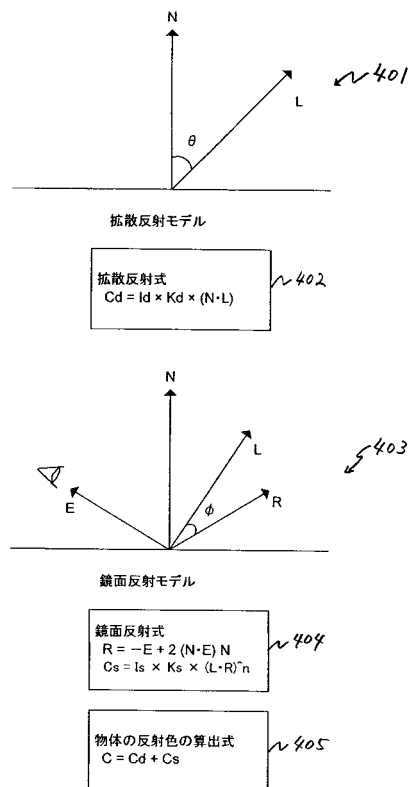
【図 1】



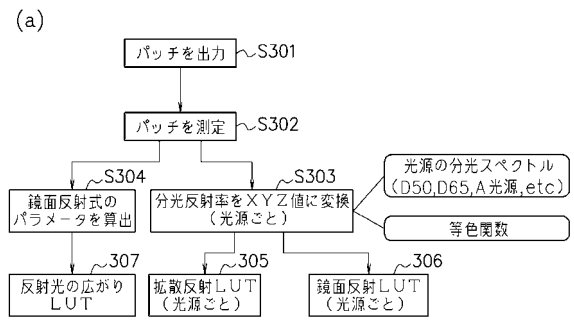
【図 2】



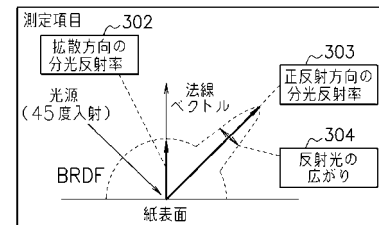
【図 4】



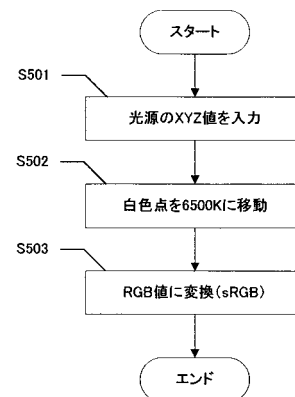
【図 3】



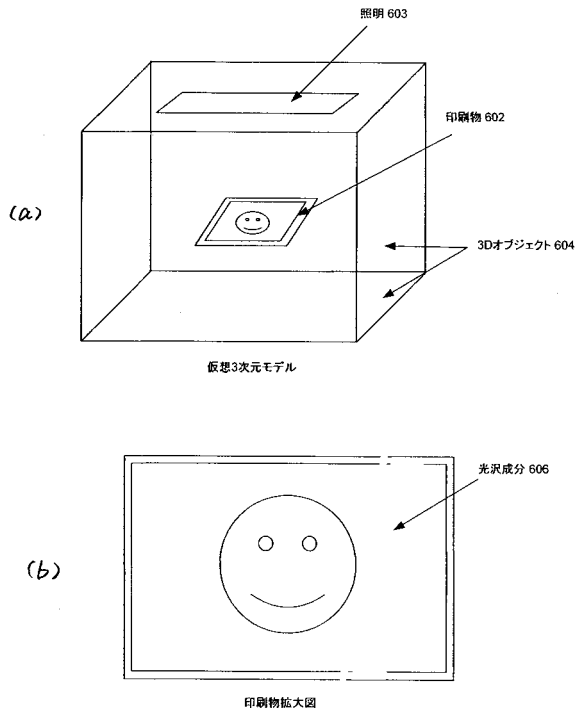
(b)



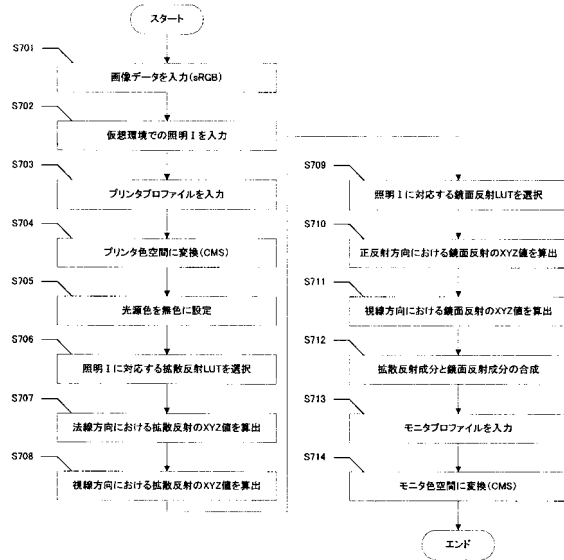
【図 5】



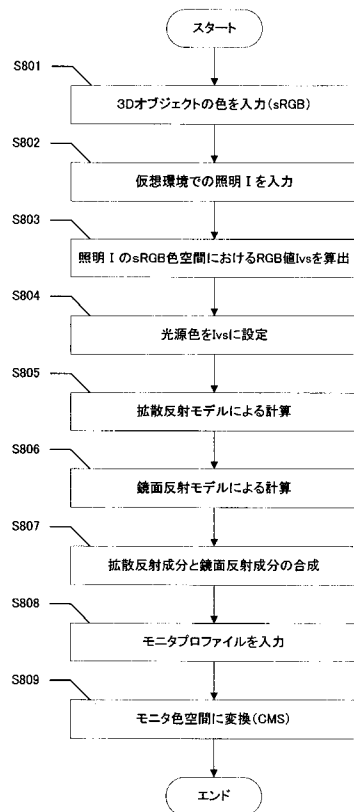
【図 6】



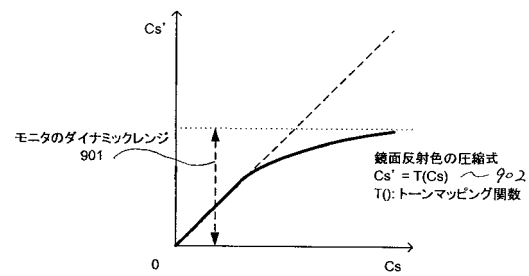
【図 7】



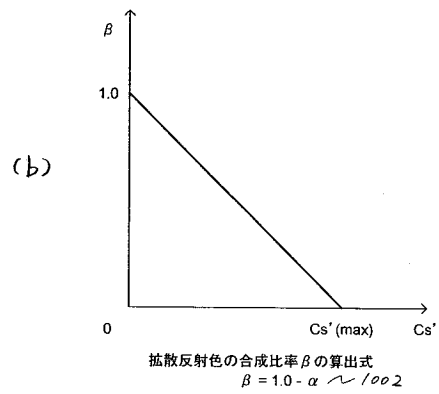
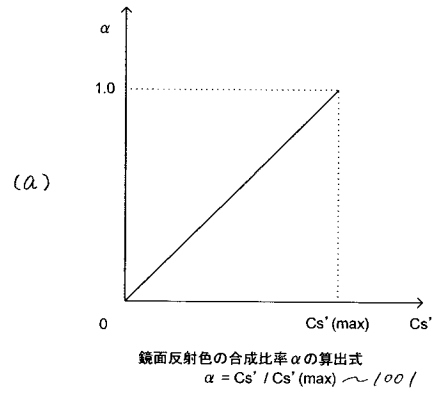
【図 8】



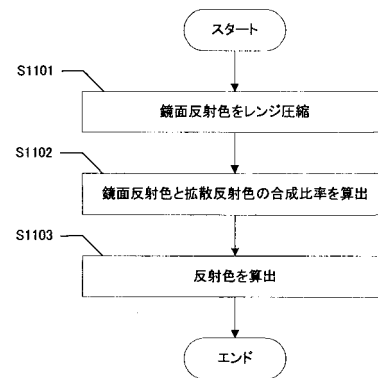
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-009537(JP,A)
特開2000-057377(JP,A)
特開平10-285459(JP,A)
特開2009-272705(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00 - 1/40
G06T 3/00 - 5/50
G06T 9/00 - 9/40
H04N 1/40 - 1/409
H04N 1/46 - 1/48
H04N 1/52
H04N 1/60
H04N 9/44 - 9/78