

(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2005-117612

(P2005-117612A)

(43) 公開日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H04N 1/46

H04N 1/46

Z

5B057

G06T 1/00

G06T 1/00

510

5C055

H04N 1/60

H04N 9/04

B

5C065

H04N 9/04

H04N 9/64

Z

5C066

H04N 9/64

H04N 9/79

H

5C077

審査請求 未請求 請求項の数 28 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-93284 (P2004-93284)
 (22) 出願日 平成16年3月26日 (2004.3.26)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-325703 (P2003-325703)
 (32) 優先日 平成15年9月18日 (2003.9.18)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005201
 富士写真フイルム株式会社
 神奈川県南足柄市中沼210番地
 (74) 代理人 100080159
 弁理士 渡辺 望穂
 (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 山田 誠
 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写
 真フイルム株式会社内

最終頁に続く

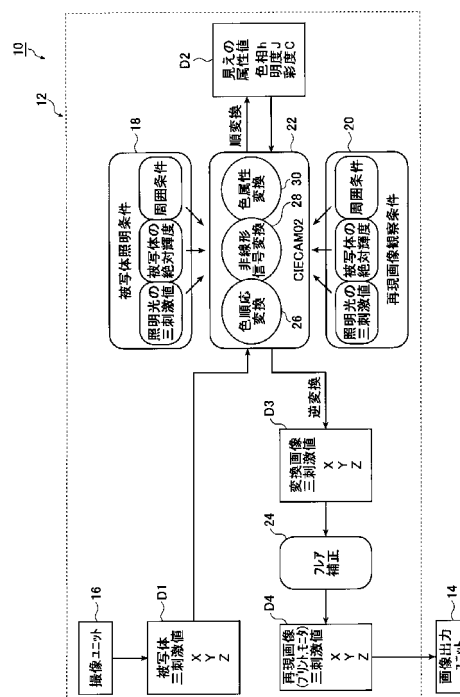
(54) 【発明の名称】 画像処理方法および装置

(57) 【要約】

【課題】被写体の見えを忠実に再現可能な、またはさらに好ましい色再現が可能な画像処理方法および装置、これを用いる画像出力装置およびデジタルカメラならびに画像処理方法を実施するプログラムおよび記録媒体を提供する。

【解決手段】被写体を撮影して被写体画像の測色値を取得し、被写体を照明する光源の色度情報および照度情報を取得し、被写体画像の測色値に対して、色度情報および照度情報から色順応補正を、照度情報からコントラスト補正を行い、被写体画像を出力する際のフレア量から、出力すべき三刺激値としての補正済測色値を補正することにより、あるいは、色順応補正の前に、光源の照明色に対して定まる順応度より高い順応度に設定した場合の色度値をもとに被写体画像の測色値に対してコントラスト変換および彩度変換の少なくとも一方を行うことにより、上記課題を解決する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被写体を撮影してこの被写体画像の測色値を取得し、
前記被写体を照明する光源の色度情報および照度情報を取得し、
取得された前記光源の色度情報および照度情報から前記被写体画像の測色値に対して色順応補正を行い、

前記光源の照度情報から前記被写体画像の測色値に対してコントラスト補正を行い、
前記被写体画像をハードコピー画像あるいはソフトコピー画像として出力する際のフレア量から、出力すべき三刺激値としての、前記色順応補正および前記コントラスト補正が行われた前記被写体画像の測色値を補正することを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項 2】

被写体を撮影してこの被写体画像の測色値を取得し、
前記被写体を照明する光源の色度情報および照度情報を取得し、
取得された前記光源の色度情報および照度情報から求められる順応度より高い順応度に設定した場合の色度値をもとに前記被写体画像の測色値に対してコントラスト変換および彩度変換の少なくとも一方を行って前記被写体画像の変換済測色値を得、

前記光源の色度情報および照度情報から前記被写体画像の変換済測色値に対して色順応補正を行い、

前記光源の照度情報から前記被写体画像の変換済測色値に対してコントラスト補正を行い、

20

前記被写体画像をハードコピー画像あるいはソフトコピー画像として出力する際のフレア量から、出力すべき三刺激値としての、前記色順応補正および前記コントラスト補正が行われた前記被写体画像の変換済測色値を補正することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 3】

前記コントラスト変換は、前記被写体の照度が仮想的に 10, 000 ~ 100, 000 ルックスの範囲にあることに相当する変換を施すことである請求項 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 4】

前記彩度変換は、前記被写体の輝度が実際の値に対して、5 ~ 150 倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えることで行う請求項 2 または 3 に記載の画像処理方法。

30

【請求項 5】

前記彩度変換は、前記被写体の輝度が実際の値に対して 15 ~ 150 倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えることで行う請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 6】

前記彩度変換は、前記被写体画像が人物画像で肌色を優先する場合には、前記被写体の輝度が実際の値に対して 5 ~ 20 倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えることで行う請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 7】

前記光源の色度情報および照度情報から求められる順応度より高い順応度に設定した場合の色度値は、前記光源に完全にまたはほぼ順応したと仮定した場合の色度値である請求項 2 ~ 6 のいずれかに記載の画像処理方法。

40

【請求項 8】

前記光源の色度情報および照度情報は、実際に測定器による測定を行うことによって取得する請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 9】

前記光源の照度情報は、前記被写体を撮影した際の測光値からの推定を行うことによって取得する請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 10】

50

前記光源の色度情報は、前記被写体中の白色点もしくは平均色度からの推定を行うことによって取得する請求項 1 ～ 7 および 9 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 1 1】

前記光源の色度情報は、前記被写体中の反射率既知の物体の色度を取得することによって取得する請求項 1 ～ 7 および 9 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 1 2】

前記ハードコピー画像あるいは前記ソフトコピー画像を観察する際のフレア率を予め取得しておき、取得された前記フレア率を用いて観察環境に応じた前記フレア量を補正する請求項 1 ～ 1 1 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】

被写体を撮像して被写体画像の測色値を取得する撮像手段と、
前記被写体を照明する光源の色度情報および照度情報を取得する取得手段と、
取得された前記光源の色度情報および照度情報から前記被写体画像の測色値に対して色順応補正を行う色順応補正手段と、
前記光源の照度情報から前記被写体画像の測色値に対してコントラスト補正を行うコントラスト補正手段と、
前記被写体画像のハードコピー画像あるいはソフトコピー画像の観察環境に応じたフレア量を前記色順応補正および前記コントラスト補正が行われた前記被写体画像の測色値に対して補正するフレア補正手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 1 4】

被写体を撮像して被写体画像の測色値を取得する撮像手段と、
前記被写体を照明する光源の色度情報および照度情報を取得する取得手段と、
取得された前記光源の色度情報および照度情報から求められる順応度より高い順応度に設定した場合の色度値をもとに前記被写体画像の測色値に対してコントラスト変換および彩度変換の少なくとも一方を行って前記被写体画像の変換済測色値を得る変換手段と、
取得された前記光源の色度情報および照度情報から前記被写体画像の変換済測色値に対して色順応補正を行う色順応補正手段と、
前記光源の照度情報から前記被写体画像の変換済測色値に対してコントラスト補正を行うコントラスト補正手段と、

20

前記被写体画像のハードコピー画像あるいはソフトコピー画像の観察環境に応じたフレア量を前記色順応補正および前記コントラスト補正が行われた前記被写体画像の変換済測色値に対して補正するフレア補正手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

30

【請求項 1 5】

前記変換手段は、前記コントラスト変換として、前記被写体の照度が仮想的に 1 0 , 0 0 0 ～ 1 0 0 , 0 0 0 ルックスの範囲にあることに相当する変換を施す請求項 1 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 6】

前記変換手段は、前記彩度変換として、前記被写体の輝度が実際の値に対して、5 ～ 1 5 0 倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えるように行う請求項 1 4 または 1 5 に記載の画像処理装置。

40

【請求項 1 7】

前記変換手段は、前記彩度変換として、前記被写体の輝度が実際の値に対して 1 5 ～ 1 5 0 倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えるように行う請求項 1 4 ～ 1 6 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 1 8】

前記変換手段は、前記彩度変換として、前記被写体画像が人物画像で肌色を優先する場合には、前記被写体の輝度が実際の値に対して 5 ～ 2 0 倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えるように行う請求項 1 4 ～ 1 6 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 1 9】

前記光源の色度情報および照度情報から求められる順応度より高い順応度に設定した場

50

合の色度値は、前記光源に完全にまたはほぼ順応したと仮定した場合の色度値である請求項 14 ~ 18 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 20】

前記取得手段は、実際に前記光源の色度および照度の測定を行う測定器である請求項 13 ~ 19 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 21】

前記取得手段は、前記被写体を撮影した際の測光値からの推定を行って、前記光源の照度情報を取得するものである請求項 13 ~ 19 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 22】

前記取得手段は、前記被写体中の白色点もしくは平均色度からの推定を行って、前記光源の色度情報を取得するものである請求項 13 ~ 19 および 21 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 23】

前記取得手段は、前記被写体中の反射率既知の物体の色度を取得して、前記光源の照度情報を取得するものである請求項 13 ~ 19 および 21 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 24】

さらに、前記ハードコピー画像あるいは前記ソフトコピー画像を観察する際のフレア率を予め取得するフレア率取得手段を有し、

前記フレア補正手段は、取得された前記フレア率を用いて観察環境に応じた前記フレア量を補正する請求項 13 ~ 23 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 25】

請求項 13 ~ 24 のいずれかに記載の画像処理装置と、

この画像処理装置で補正処理を行った画像データに基づいてハードコピー画像あるいはソフトコピー画像を出力する画像出力手段とを有することを特徴とする画像出力装置。

【請求項 26】

請求項 13 ~ 24 のいずれかに記載の画像処理装置と、

この画像処理装置で補正処理を行った画像データに基づく画像を表示する画像表示手段とを有することを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項 27】

請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の画像処理方法をコンピュータ制御により実行させるための画像処理プログラム。

【請求項 28】

請求項 27 に記載の画像処理プログラムを記録したコンピュータにより読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被写体画像をプリント上にハードコピー画像として、表示画面上にソフトコピー画像として再現する画像処理方法および画像処理装置、これを用いる画像出力装置およびデジタルカメラ、ならびに画像処理方法を実行する画像処理プログラムおよびこれを記録した記録媒体に関し、より具体的には、被写体画像をプリントや表示画面に出力する際に、被写体の見えを忠実に再現可能とし、さらにこれに加え、好ましい色再現となるような変換を行うことを可能とした画像処理方法および画像処理装置、これを用いる画像出力装置およびデジタルカメラ、ならびに画像処理方法を実行する画像処理プログラムおよびこれを記録した記録媒体に関する。

【0002】

なお、本明細書中において、被写体とは、撮影シーン中に存在する撮影対象を全て含めたもの（すなわち、人物等の主要被写体のみに限定せず、背景等を含めたシーン全体）を指し、また、画像の見えとは、多数の観察者の主観に基づく評価ともいうべきものであ

10

20

30

40

50

て、実際の観察条件下における被写体画像の見え方に対する多数の観察者の評価指標である。

【背景技術】

【0003】

写真技術の分野においては、被写体（撮影シーン）を、プリント上に如何に再現すべきであるかという問題が、古くから議論されている。この問題については、被写体の内容や撮影状況、あるいは地域や文化などによっても考え方が異なるという事情もあり、画一的な回答は得にくい。写真の基本的な考え方としては、人間（観察者）が被写体を見たときの印象に近い再現をすることが好ましいといえる。

【0004】

例えば、特許文献1には、このような観点から、カラーネガフィルムで撮影された画像をデジタル化して、デジタル信号処理によって被写体の測色情報を求め、この測色値をプリント上に再現するという方法が開示されている。このように、得られた測色値をそのままプリント上に再現することで、被写体の測色値を忠実に再現することが可能となる。

【特許文献1】特開平6-139323号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、このようにして作成されたプリントをオリジナルの撮影シーン（すなわち、被写体）と比較してみると、実際には撮影シーンの見えを再現していない場合があることがわかった。このような見えの不一致がどのような状況下で起きるかを調査したところ、以下の3種の場合に見えが一致しないという現象が起きることが分かった。

【0006】

すなわち、

1. シーンの絶対的な明るさとプリントを観察する際の絶対的な明るさに差がある場合、
2. シーンの照明色とプリント観察時の照明色とが異なる場合、
3. プリント観察環境に依存した観察フレアが存在する場合

が挙げられる。

【0007】

従来の測色値を再現する手法では、上述の要因が考慮されていなかったことから、たとえ測色値を正確にプリント上に再現できていたとしても、シーンの見えを再現できていないことがあったといえる。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その第1の目的とするところは、従来技術における上述のような問題点を解消した、被写体の見えを忠実に再現可能とした画像処理方法および画像処理装置、これを用いる画像出力装置およびデジタルカメラ、ならびに画像処理方法を実行する画像処理プログラムおよびこれを記録した記録媒体を提供することにある。

【0009】

ところで、この第1の目的を達成するために本発明において開示されている、被写体の見えをプリント上に忠実に再現するという後述する手法によって、被写体の見えを表すプリントを作成できるようになり、得られたプリントは確かにシーンの見えを忠実に再現しているものである。しかしながら、1枚のプリントとして観察した場合に、プリントやシーンによっては、ややメリハリがなく、いわゆる眠く、インパクトに欠ける画像となってしまうことがあることが分かった。

【0010】

このため、このような画像に対しては、一般的には、コントラストを高めたり、色の彩度を増したりする操作が行われている。このような手法には、従来より、数多くの提案があるので、これらの手法を用いて、階調や彩度を変化させることで、好ましい色再現の画像を達成することは可能であるが、これには、以下のような問題があることが分かった。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

4. 白色でない光源下の被写体の再現時には、不完全順応を考慮してある割合で光源の色を残して再現するが、このような画像に対して、コントラスト・彩度強調を行うと、光源の色が必要以上に強調されてしまう。例えば、タングステン照明のような、かなり赤っぽい照明の下で、白い紙を見た場合、普通の人間には順応という効果があって、たとえ照明が赤くても、通常は白い紙は白に見えるのであるが、光源の色が非常に強い場合には、完全に白に見えず、ある程度赤みが残ったような状態で見えてしまう。従って、被写体の見えを再現する場合にも、同様に完全に光源の赤みをとるのではなく、少し赤みを残した状態で再現したプリントを作成しているが、メリハリやインパクトを付けるために、彩度を増加させると、赤みが残っているため、光源の色味、すなわち赤みがかなり強調されてしまい、その見た目として非常に問題が出てくる。 10

【 0 0 1 2 】

5. 彩度や階調を変化させる手法は、極めて多くの手法があるため、見えの再現画像に対してどのような彩度や階調の変換を行うのが良い、すなわち、どの手法を使うのが良いのか、あるいは、適切であるのか不明であるという問題がある。

6. 彩度や階調を変化させる場合、見えの再現に対して、彩度や階調をどの程度変化させると好ましくなるのかが不明である、すなわち、どのくらい変えればもっとも好ましくなるのか明確にはならないという問題がある。

【 0 0 1 3 】

本発明の第2の目的は、上述のような問題点を解消し、被写体の見えを忠実に再現した画像に対して、できるだけ自然に見えるコントラストや彩度の強調を行ってやり、また、白色でない光源で被写体が照明されている場合でも、不自然な再現にならないようなコントラストや彩度の強調を行うことのできる画像処理方法および画像処理装置、これを用いる画像出力装置およびデジタルカメラ、ならびに画像処理方法を実行する画像処理プログラムおよびこれを記録した記録媒体を提供することにある。 20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

上記第1の目的を達成するために、本発明の第1の態様に係る画像処理方法は、被写体を撮影してこの被写体画像の測色値を取得し、前記被写体を照明する光源の色度情報および照度情報を取得し、取得された前記光源の色度情報および照度情報から前記被写体画像の測色値に対して色順応補正を行い、前記光源の照度情報から前記被写体画像の測色値に対してコントラスト補正を行い、前記被写体画像をハードコピー画像あるいはソフトコピー画像として出力する際のフレア量から、出力すべき三刺激値としての、前記色順応補正および前記コントラスト補正が行われた前記被写体画像の測色値を補正することを特徴とする。 30

【 0 0 1 5 】

また、上記第2の目的を達成するために、本発明の第2の態様に係る画像処理方法は、被写体を撮影してこの被写体画像の測色値を取得し、前記被写体を照明する光源の色度情報および照度情報を取得し、取得された前記光源の色度情報および照度情報から求められる順応度より高い順応度に設定した場合の色度値をもとに前記被写体画像の測色値に対してコントラスト変換および彩度変換の少なくとも一方を行って前記被写体画像の変換済測色値を得、前記光源の色度情報および照度情報から前記被写体画像の変換済測色値に対して色順応補正を行い、前記光源の照度情報から前記被写体画像の変換済測色値に対してコントラスト補正を行い、前記被写体画像をハードコピー画像あるいはソフトコピー画像として出力する際のフレア量から、出力すべき三刺激値としての、前記色順応補正および前記コントラスト補正が行われた前記被写体画像の変換済測色値を補正することを特徴とする。 40

【 0 0 1 6 】

ここで、本発明の第2の態様の画像処理方法において、前記コントラスト変換は、前記被写体の照度が仮想的に10, 000~100, 000ルクスの範囲にあることに相当 50

する変換を施すことであるのが好ましい。

また、前記彩度変換は、前記被写体の輝度が実際の値に対して、5～150倍、さらにより好ましくは、あるいは前記被写体画像が風景画像の場合には、15～150倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えることで行うのが好ましく、また、前記被写体画像が人物画像で肌色を優先する場合には、前記被写体の輝度が実際の値に対して5～20倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えることで行うのがより好ましい。

また、前記光源の色度情報および照度情報から求められる順応度より高い順応度に設定した場合の色度値は、前記光源に完全にまたはほぼ順応したと仮定した場合の色度値であるのが好ましい。

10

【0017】

また、本発明の第1および第2の態様の画像処理方法において、前記光源の色度情報および照度情報は、実際に測定器による測定を行うことによって取得するのが好ましい。

また、前記光源の照度情報は、前記被写体を撮影した際の測光値からの推定を行うことによって取得するのが好ましい。

また、前記光源の色度情報は、前記被写体中の白色点もしくは平均色度からの推定を行うことによって、あるいは前記被写体中の反射率既知の物体の色度を取得することによって取得するのが好ましい。

さらに、前記ハードコピー画像あるいは前記ソフトコピー画像を観察する際のフレア率を予め取得しておき、取得された前記フレア率を用いて観察環境に応じた前記フレア量を補正するのが好ましい。

20

【0018】

一方、上記第1の目的を達成するために、本発明の第3の態様に係る画像処理装置は、被写体を撮像して被写体画像の測色値を取得する撮像手段と、前記被写体を照明する光源の色度情報および照度情報を取得する取得手段と、取得された前記光源の色度情報および照度情報から前記被写体画像の測色値に対して色順応補正を行う色順応補正手段と、前記光源の照度情報から前記被写体画像の測色値に対してコントラスト補正を行うコントラスト補正手段と、前記被写体画像のハードコピー画像あるいはソフトコピー画像の観察環境に応じたフレア量を前記色順応補正および前記コントラスト補正が行われた前記被写体画像の測色値に対して補正するフレア補正手段とを有することを特徴とする。

30

【0019】

また、上記第2の目的を達成するために、本発明の第4の態様に係る画像処理装置は、被写体を撮像して被写体画像の測色値を取得する撮像手段と、前記被写体を照明する光源の色度情報および照度情報を取得する取得手段と、取得された前記光源の色度情報および照度情報から求められる順応度より高い順応度に設定した場合の色度値をもとに前記被写体画像の測色値に対してコントラスト変換および彩度変換の少なくとも一方を行って前記被写体画像の変換済測色値を得る変換手段と、取得された前記光源の色度情報および照度情報から前記被写体画像の変換済測色値に対して色順応補正を行う色順応補正手段と、前記光源の照度情報から前記被写体画像の変換済測色値に対してコントラスト補正を行うコントラスト補正手段と、前記被写体画像のハードコピー画像あるいはソフトコピー画像の観察環境に応じたフレア量を前記色順応補正および前記コントラスト補正が行われた前記被写体画像の変換済測色値に対して補正するフレア補正手段とを有することを特徴とするものである。

40

【0020】

ここで、本発明の第4の態様の画像処理装置において、前記変換手段は、前記コントラスト変換として、前記被写体の照度が仮想的に10,000～100,000ルクスの範囲にあることに相当する変換を施すのが好ましい。

また、前記変換手段は、前記彩度変換として、前記被写体の輝度が実際の値に対して、5～150倍、さらにより好ましくは、あるいは前記被写体画像が風景画像の場合には、15～150倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えるように行うのが好

50

ましく、また、前記被写体画像が人物画像で肌色を優先する場合には、前記被写体の輝度が実際の値に対して5～20倍になったことに相当するカラフルネス値の増加を与えるように行うのがより好ましい。

また、前記光源の色度情報および照度情報から求められる順応度より高い順応度に設定した場合の色度値は、前記光源に完全にまたはほぼ順応したと仮定した場合の色度値であるのが好ましい。

【0021】

また、本発明の第3および第4の態様の画像処理装置において、前記取得手段は、実際に前記光源の色度および照度の測定を行う測定器であるのが好ましい。

また、前記取得手段は、前記被写体を撮影した際の測光値からの推定を行って、前記光源の照度情報を取得するものであるのが好ましい。 10

また、前記取得手段は、前記被写体中の白色点もしくは平均色度からの推定を行って、あるいは、前記被写体中の反射率既知の物体の色度を取得して、前記光源の照度情報を取得するものであるのが好ましい。

さらに、前記ハードコピー画像あるいは前記ソフトコピー画像を観察する際のフレア率を予め取得するフレア率取得手段を有し、前記フレア補正手段は、取得された前記フレア率を用いて観察環境に応じた前記フレア量を補正するのが好ましい。

【0022】

また、上記第1および第2の目的を達成するために、本発明の第5の態様に係る画像出力装置は、本発明の第3および第4の態様の画像処理装置と、この画像処理装置で補正処理を行った画像データに基づいてハードコピー画像あるいはソフトコピー画像を出力する画像出力手段とを有することを特徴とする。 20

また、上記第1および第2の目的を達成するために、本発明の第6の態様に係るデジタルカメラは、本発明の第3および第4の態様の画像処理装置と、この画像処理装置で補正処理を行った画像データに基づく画像を表示する画像表示手段とを有することを特徴とする。

【0023】

また、上記第1および第2の目的を達成するために、本発明の第7の態様は、本発明の第1および第2の態様の画像処理方法をコンピュータ制御により実行させるための画像処理プログラムを提供するものである。 30

また、上記第1および第2の目的を達成するために、本発明の第8の態様は、本発明の第7態様の画像処理プログラムを記録したコンピュータにより読み取り可能な記録媒体を提供するものである。

【発明の効果】

【0024】

本発明の第1および第3の態様によれば、被写体の見えを忠実に再現できる画像処理方法および画像処理装置を実現できるという顕著な効果を奏する。

従って、本発明の第1、第3、第7および第8の態様によれば、被写体の見えをそのまま忠実に再現したプリントなどのハードコピー画像、またはモニタ画像などのソフトコピー画像を得ることができる。 40

【0025】

また、本発明の第2および第4の態様によれば、被写体の見えの再現画像に対して、適切なまたは自然なコントラスト変換や彩度変換を行うことができる画像処理方法および画像処理装置を実現できるという顕著な効果を奏する。

従って、本発明の第2、第4、第7および第8の態様によれば、被写体の見えの再現画像に対して、光源の照明色が白色でない場合にも適切なコントラスト変更や彩度変更を行うことができ、また、被写体の見えの再現画像に対して、自然なコントラスト強調や彩度強調の手法を与えることができる。

またさらに、本発明第5および第6の態様によれば、上記技術を基にした画像出力装置およびデジタルカメラを実現できるという顕著な効果を奏する。 50

【発明を実施するための最良の形態】**【0026】**

以下に、本発明に係る画像処理方法および画像処理装置、これを用いる画像出力装置およびデジタルカメラ、ならびに画像処理方法を実行する画像処理プログラムおよびこれを記録した記録媒体を、添付の図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0027】

図1は、本発明の第1の態様の画像処理方法を実施する本発明の第3の態様の画像処理装置を備える本発明の第5の態様の画像出力装置の一実施形態のブロック図である。

同図に示すように、画像出力装置10は、被写体の見えを忠実に再現するための画像データの補正処理を行う画像処理ユニット12と、この画像処理ユニット12で見えの忠実再現補正処理を行った画像データに基づいてハードコピー画像（プリント）あるいはソフトコピー画像（モニタ）などの目視用画像を出力する画像出力ユニット14とを有する。 10

【0028】

画像処理ユニット12は、本発明の第1の態様の画像処理方法を実施する本発明の第3の態様の画像処理装置の一実施形態であって、被写体の見えを忠実に再現できるように画像処理を行うためのものであって、被写体を撮像して被写体画像の各点の測色値D1（ここでは被写体の色の三刺激値（XYZ））を取得する撮像ユニット16と、被写体を照明する被写体照明条件を取得する照明条件取得ユニット18と、被写体画像が再現された再現画像の観察条件を設定する観察条件取得ユニット20と、被写体照明条件を用いて被写体画像の測色値D1を順変換して色の見えの属性値（色相h、明度J、彩度C）D2を得るとともに、こうして得られた見えの属性値D2を、再現画像観察条件を用いて逆変換して見えの忠実再現補正がなされた変換画像の測色値D3（出力用画像の三刺激値（XYZ））を得る見えの忠実再現変換ユニット22と、変換画像の測色値D3に対して再現画像の観察環境に応じたフレア量を補正して、再現画像（ハードコピー画像（プリント）あるいはソフトコピー画像（モニタ））として出力するための被写体画像の測色値D4（再現画像の三刺激値（XYZ））を求めるフレア補正部24とを有する。 20

【0029】

撮像ユニット16は、被写体を撮影して、被写体画像の各点の測色値D1（被写体の色の三刺激値（XYZ））を取得するものであり、取得された測色値D1は、見えの忠実再現変換ユニット22に入力される。なお、撮像ユニット16は、被写体を撮影して撮影された被写体画像の各点の測色値D1を取得できるものであればどのようなものでも良く、例えば、被写体を撮影して得られた写真フィルムをCCDやCMOSセンサなど撮像素子を用いて読み取り、撮影画像のデジタルデータとしてRGBデータを得、あるいは、被写体をデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどによって直接撮影してその撮像素子を用いて、直接、RGBデータなどの撮影画像のデジタルデータを得、RGBデータを測色値D1、例えば被写体の色の三刺激値XYZに変換するものであっても良い。なお、本発明において用いる測色値も、色の三刺激値（XYZ）に限定されない。 30

【0030】

照明条件取得ユニット18は、被写体を撮影する際に、すなわち、撮影と略同時（撮影の直前、直後）に被写体を照明している光源の照明光の三刺激値、被写体の輝度および被写体の周囲条件を取得するためのもので、本発明では特に、照明光源の照明光の色度値および絶対照度値を測定し、記録しておくためのものである。 40

観察条件取得ユニット20は、予め被写体画像が再現された再現画像を観察する際の観察照明条件を設定するためのもので、再現画像を照明している光源の照明光の三刺激値、被写体の輝度および被写体の周囲条件を取得するためのもので、本発明では特に、予め再現画像観察時の照明光の色度値および絶対照度値を測定し、記録しておくためのものである。

【0031】

見えの忠実再現変換ユニット22は、被写体照明条件を用いて被写体画像の測色値D1（被写体の三刺激値（XYZ））を順変換して色の見えの属性値D2（色相h、明度J、 50

彩度 C)を得るとともに、こうして得られた見えの属性値 D_2 を、再現画像観察照明条件を用いて逆変換して、見えの忠実再現補正がなされた変換画像の測色値 D_3 (出力用画像の三刺激値(XYZ))を得るためのもので、本発明では、CIECAM02(国際照明委員会("Commission Internationale de l'Eclairage")の2002年の色見えモデル(CIECAM02 Color Appearance Model; IS&T/SID 10th Color Imaging Conference 予稿集pp.23-27参照))に基づいて構成されたものであり、色順応補正を行う色順応変換部26と、コントラスト補正を行う非線形信号変換部28と、彩度補正を行う色属性変換部30とを有する。

なお、CIECAM02では、見えの属性値として、マンセル表色系の HVC にそれぞれ相当する色相 h 、明度 J および彩度 C の他、絶対的な明るさ、すなわち人が感じる明るさの絶対的な感覚量を表す指標であるブライトネス Q および人が感じる鮮やかさの絶対的な感覚量を表す指標であるカラフルネス M の5種があるが、本実施態様では、色相 h 、明度 J および彩度 C を対象とする。

10

【0032】

ここで、色順応変換部26は、照明条件取得ユニット18で取得された照明光源の色度情報(色度値)および照度情報(絶対照度値)から被写体画像の測色値 D_1 に対して色順応補正を行うものであり、観察条件取得ユニット20で取得された観察照明条件下で再現される測色値を得るものである。ここで、色順応変換部26は、具体的には、例えば、順変換においては、被写体シーンの絶対照度値からシーンの照明色に対する順応度(D)を算出し、逆変換時に被写体シーンの見えをプリントなどの再現画像の観察時の照明下で再現するための対応色の測色値を算出する。

20

なお、図示例では、色順応変換部26は、CIECAM02によって推奨されるものを用いているが、本発明はこれに限定されず、色順応変換として提案されているものであれば、様々な手法を行うもののいずれも採用することができる。

【0033】

次に、非線形信号変換部28は、照明条件取得ユニット18で取得された照明光源の照度情報(絶対照度値)から被写体画像の測色値 D_1 に対してコントラスト補正を行い、観察条件取得ユニット20で取得された観察照明条件下で再現される測色値を得るものである。

ここで、非線形信号変換部28は、具体的には、例えば、順変換においては、被写体シーンの照明の絶対照度値と再現画像観察時の照明の絶対照度値とから、コントラスト変換特性を算出し、色順応変換部26で色順応補正された対応色の測色値に対してコントラスト変換を施す。

30

【0034】

なお、図示例では、非線形信号変換部28は、CIECAM02によって推奨されるものを用いているが、本発明はこれに限定されず、コントラスト変換として提案されているものであれば、様々な手法を行うもののいずれも採用することができる。

こうして、見えの忠実再現変換ユニット22において、見えの忠実再現補正が施された被写体画像、すなわち変換画像の測色値 D_3 を得ることができ、この変換画像の測色値 D_3 は、フレア補正部24に入力される。

40

【0035】

ところで、図示例の見えの忠実再現変換ユニット22では、順変換時に、色順応変換部26、非線形信号変換部28および色属性変換部30においてそれぞれ順に被写体照明条件による色順応変換、非線形信号変換(コントラスト変換)および色属性変換(彩度変換)を行い、見えの属性値 D_2 (色相 h 、明度 J 、彩度 C)を算出し、逆変換時に、算出された見えの属性値 D_2 (色相 h 、明度 J 、彩度 C)に対して、各変換部30、28および26においてそれぞれ順に観察照明条件による色属性変換(彩度変換)、非線形信号変換(コントラスト変換)および色順応変換を行い、変換画像の測色値を算出しているが、本発明はこれに限定されず、変換部26、28および30の各々において被写体照明条件による順変換および観察照明条件による逆変換を行っても良い。

50

あるいは、図示例においては、順変換時も逆変換時も同じ、見えの忠実再現変換ユニット 22 を用いているが、本発明はこれに限定されず、図 2 に示すように、見えの忠実再現変換ユニット 22 を、見えの忠実再現順変換ユニット 22 a と見えの忠実再現逆変換ユニット 22 b とで構成し、見えの忠実再現順変換ユニット 22 a を色順応変換部 26 a、非線形信号変換部 28 a および色属性変換部 30 a で構成し、見えの忠実再現逆変換ユニット 22 b を色属性変換部 30 b、非線形信号変換部 28 a および色順応変換部 26 b で構成しても良い。

【0036】

フレア補正部 24 は、色順応補正およびコントラスト補正が行われた被写体画像の測色値、すなわち変換画像の測色値 D3 に対して再現画像の観察環境に応じたフレア量を補正して、再現画像（ハードコピー画像（プリント）あるいはソフトコピー画像（モニタ））として出力するための被写体画像の測色値 D4（再現画像の三刺激値（XYZ））を求めるものである。ここで、フレア補正部 24 は、具体的には、例えば、再現画像の観察時の周囲状況からフレアによる濃度低下の程度を算出し、見えの忠実再現変換ユニット 22 で求められた変換画像の測色値 D3 に対して、フレアによる濃度低下分を補うように濃度補正を施す。

こうして、画像処理ユニット 12 において、被写体の見えを忠実に再現できる被写体画像、すなわち再現画像の測色値 D4（三刺激値（XYZ））を得ることができる。こうして得られた再現画像の測色値 D4 は、画像出力ユニット 14 に入力される。

【0037】

画像出力ユニット 14 は、画像処理ユニット 12 で見えの忠実再現補正処理が施され、最終的に得られた再現すべき画像の測色値 D4 が、ハードコピー画像（プリント）あるいはソフトコピー画像（モニタ）などの目視用再現画像上に再現されるように、再現画像を作成して、出力する。

こうして出力された再現画像は、被写体の見えをそのまま忠実に再現されたプリントなどのハードコピー画像やモニタなどに表示されるソフトコピー画像である。

【0038】

以下に、本発明の第 1、第 3 および第 5 の態様の画像処理方法、画像処理装置および画像出力装置を実施例を挙げて具体的に説明する。

〔実施例 1〕

以下、本発明の第 1 の態様に係る画像処理方法により算出した R、G、B 信号を本発明の第 5 の態様の画像出力装置としてのカラーデジタルプリンタに入力して再現画像としてプリント画像を得る場合について、図 3 を用いて説明する。

図 3 は、銀塩写真感光材料を用いる場合の本実施形態における一連の処理の流れを説明するフローチャートである。

【0039】

ステップ S1：

富士写真フイルム（株）製カラーネガフイルム Superia 400 を用いて、色温度 3000 K のタングステンランプにより照明された被写体を撮影し、現像処理後のカラーネガフイルムを、大日本スクリーン製造（株）製のスキャナ SG-1000 により収録して、デジタル画像データを得た。

【0040】

ステップ S2：

上記被写体撮影時に、その被写体と同一位置に反射率 18% のグレー板を設置し、このグレー板の X、Y、Z 三刺激値を、ミノルタ（株）製色彩輝度計 CS-100 により測定した。

【0041】

ステップ S3：

前記カラーネガフイルムに対して、S P I E vol.1079 pp.90-98 に記載されているレーザーカラープリンタを用いて R、G、B の露光量をそれぞれ変化させた複数のパッチを出

10

20

30

40

50

かし、前記スキャナ S G - 1 0 0 0 で収録して、カラーネガフィルムに与えた各露光量と発色濃度との関係を記述したテーブルを作成した。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 4 :

ステップ S 1 で得た画像データに対して、ステップ S 3 で作成したテーブルを適用して画像データの各点に与えられた露光量 R , G , B を算出した。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 5 :

求められた露光量 R , G , B に対して、下記の式 (1) により C I E X Y Z 三刺激値を求めた。

【 0 0 4 4 】

【 数 1 】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = M \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

【 0 0 4 5 】

ここで、M は 3 行 4 列の行列であり、それぞれの係数は測色値が既知のチャート (例えば、マクベスチャート) を撮影した結果から求められた R , G , B 露光量が、最も良く目的の X Y Z 値を表わすように予め最適化により求めておいたものである。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 6 :

色温度 5 0 0 0 K の色評価蛍光灯により照度 3 0 0 L u x で照明された写真プリント観察環境のプリントを置く位置と同じ位置に前記グレー板を設置し、前記色彩輝度計 C S - 1 0 0 により三刺激値を測定した。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 7 :

I S & T / S I D 10th Color Imaging Conference 予稿集 pp.23-27 に記載の手法により、色順応変換およびコントラスト変換を行った。ここでは、被写体シーンの X , Y , Z 値から、プリント観察環境下で再現すべき三刺激値 X ' , Y ' , Z ' を算出した。各観察条件における背景の三刺激値は前記グレー板の三刺激値と同一とし、順応白色の三刺激値は前記グレー板の三刺激値をそれぞれ 5 . 5 6 倍した値を採用した。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 8 :

プリント装置として富士写真フイルム (株) 製 P ictrography 3 5 0 0 を使用し、予め R , G , B 入力信号をそれぞれ変化させたパッチを出力し、各パッチの分光反射率を東京電色社製 T C - 1 8 0 0 M により分光測色した。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 9 :

ステップ S 8 で測定された分光反射率データ R () に対して、下記の式 (2) によりフレア補正後の分光反射率 R ' () を算出した。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

【数 2】

$$R'(\lambda) = \left(\frac{R(\lambda) + h}{1 + h} \right) \cdot (1 + h') - h' \quad \dots (2)$$

【0051】

ここで、 h は上記分光測色計 TC - 1800M におけるフレア率、 h' はプリント観察環境下におけるフレア率である。

【0052】

10

ステップ S10 :

ステップ S9 で求めたフレア補正後の分光反射率 R' () に対して、プリント観察照明の分光分布を掛け合わせて X , Y , Z 三刺激値を求め、プリンタの入力信号と、フレア補正後の X , Y , Z 三刺激値の関係を示すテーブルを作成する。

【0053】

ステップ S11 :

ステップ S7 で算出された観察環境下で出力すべき三刺激値 X' , Y' , Z' と、ステップ S10 で求めたテーブルからプリンタに入力すべき R , G , B 信号を算出し、これを前記プリンタ Pictography 3500 に入力して、最終的な出力画像を得た。

【0054】

20

ステップ S12 :

得られた出力画像を所定のプリント観察条件下で観察し、オリジナルシーンの見えと比較した。比較の結果は、非常によく一致しているといえる状況であった。すなわち、被写体の見えを忠実に再現するという目的が達成できた。

【0055】

〔実施例 2〕

次に、本発明の第 6 の態様のデジタルカメラを用いる実施例を図 4 に示す動作フローチャートに基づいて説明する。この場合には、デジタルカメラの中で、全ての動作が行われる点では実施例 1 とは異なるが、基本的な考え方は、実施例 1 の場合と同様である。

【0056】

30

ステップ S21 :

富士写真フイルム(株)製のデジタルカメラ Fine Pix 4700 を用いて、色温度 3000K のタングステンランプにより照明された被写体を撮影し、得られた画像データから CCD が受けた露光量を算出した。

【0057】

ステップ S22 :

上記被写体撮影時に、その被写体と同一位置に反射率 18% のグレー板を設置し、このグレー板の X , Y , Z 三刺激値を、前記色彩輝度計 CS - 100 により測定した。

【0058】

ステップ S23 :

40

ステップ S21 で得られた各点の露光量 R , G , B に対して、下記の式 (3) により CIE XYZ 三刺激値を求めた。

【0059】

【数 3】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = M \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

【0060】

ここで、Mは3行4列の行列であり、それぞれの係数は測色値が既知のチャート（例えば、マクベスチャート）を撮影した結果から求められたR、G、B露光量が、最も良く目的のXYZ値を表わすように予め最適化により求めておいたものである。 10

【0061】

ステップS24：

デジタルカメラの液晶モニタを観察する状態で、液晶モニタの位置に前記グレー板を設置し、前記色彩輝度計CS-100により三刺激値を測定した。

【0062】

ステップS25：

実施例1の場合と同様に、IS&T/SID 10th Color Imaging Conference 予稿集pp.23-27に記載の手法により、色順応変換およびコントラスト変換を行った。ここでも、被写体シーンのX、Y、Z値から、プリント観察環境下で再現すべき三刺激値X'、Y'、Z'を算出した。各観察条件における背景の三刺激値は前記グレー板の三刺激値と同一とし、順応白色の三刺激値は前記グレー板の三刺激値をそれぞれ5.56倍した値を採用した。 20

【0063】

ステップS26：

画像表示装置として、上記液晶モニタを使用することとし、予め液晶に与えるR、G、B入力信号をそれぞれ変化させたパッチを表示し、各パッチの測色値（ここでは、三刺激値X₀、Y₀、Z₀）を、前記色彩輝度計CS-100により測定した。

【0064】

ステップS27：

ステップS6で測定された三刺激値X₀、Y₀、Z₀に対して、下記の式（4）により、フレア補正後のXYZ三刺激値X₀'、Y₀'、Z₀'を算出した。

【0065】

【数 4】

$$\begin{aligned} X_0' &= \left(\frac{X_0 + h}{1 + h} \right) \cdot (1 + h') - h' \\ Y_0' &= \left(\frac{Y_0 + h}{1 + h} \right) \cdot (1 + h') - h' \\ Z_0' &= \left(\frac{Z_0 + h}{1 + h} \right) \cdot (1 + h') - h' \end{aligned} \quad \dots (4)$$

【0066】

ここで、hは前記分光測色計TC-1800Mでの測定時における液晶モニタのフレア率、h'は撮影した画像を液晶モニタ上で観察する環境におけるフレア率である。

【0067】

ステップ S 2 8 :

ステップ S 2 7 で求めたフレア補正後の三刺激値と液晶モニタに与えた入力値から、液晶モニタ入力信号とフレア補正後の X Y Z 三刺激値の関係を表わすテーブルを作成する。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 2 9 :

ステップ S 2 5 で算出された観察環境下で再現すべき三刺激値 X' , Y' , Z' と、ステップ S 2 8 で作成したテーブルから、液晶モニタに入力すべき R , G , B 信号を算出し、これを液晶モニタに入力して、最終的な出力画像を得た。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 3 0 :

得られた液晶モニタ出力画像を所定のプリント観察条件下で観察し、オリジナルシーンの見えと比較した。比較の結果は、非常によく一致しているといえる状況であった。すなわち、ここでも、被写体の見えを忠実に再現するという目的が達成できた。

本発明の第 1、第 3、第 5 および第 6 の態様の画像処理方法、画像処理装置、画像出力装置およびデジタルカメラは、基本的に以上のように構成されるものである。

【 0 0 7 0 】

次に、本発明の第 2 の態様の画像処理方法を実施する本発明の第 4 の態様の画像処理装置について説明する。

図 5 は、本発明の第 4 の態様の画像処理装置である画像処理ユニットの一実施形態の一部のみを示すブロック図である。同図にその一部のみを示す画像処理ユニット 3 2 は、被写体の見えをそのまま忠実に再現するのみならず、さらに好ましい色再現となるように画像処理を行うもので、図 1 に示す本発明の第 3 の態様の画像処理装置である画像処理ユニット 1 2 において、撮像ユニット 1 6 の後段で、見えの忠実再現変換ユニット 2 2 (または図 2 の見えの忠実再現順変換ユニット 2 2 a) の前段に、図 5 に示すコントラスト・彩度変換ユニット 3 4 を備えるものである。すなわち、図 5 にその一部のみを示す画像処理ユニット 3 2 は、コントラスト・彩度変換ユニット 3 4 以外は、図 1 に示す画像処理ユニット 1 2 と同一であるので、全体の図示を省略する。

【 0 0 7 1 】

図 5 に示す画像処理ユニット 3 2 は、被写体画像を撮像し、デジタル化して、被写体画像上の各点の測色値 D_1 (被写体画像の三刺激値 (X Y Z)) を算出する撮像ユニット 1 6 と (図 5 には示されず)、被写体画像の測色値 D_1 を被写体画像の測色値 D_6 (被写体の変換三刺激値 (X a Y a Z a)) に変換するコントラスト・彩度変換ユニット 3 4 と、図 5 には示されないが、コントラスト・彩度変換ユニット 3 4 で変換された被写体画像の測色値 D_6 が入力される見えの忠実再現変換ユニット 2 2 (見えの忠実再現順変換ユニット 2 2 a と見えの忠実再現逆変換ユニット 2 2 b) と、この他、図 1 と同様に、照明条件取得ユニット 1 8 と、観察条件取得ユニット 2 0 と、フレア補正部 2 4 とを有する。

図 5 に示すコントラスト・彩度変換ユニット 3 4 は、後段での見えの忠実再現変換ユニット 2 2 での処理が、忠実再現に加え、好ましい色再現になるように、予め、被写体画像上の各点の測色値 D_1 に、所定の順応度変換、コントラストおよび / または彩度変換を行っておくもので、入力された被写体画像の測色値 D_1 を見えの属性値 D_5 (色相 h 、明度 J 、カラフルネス M) に変換する色の見え順変換ユニット 3 6 a と、入力された見えの属性値 D_5 を変換された被写体画像の測色値 D_6 (被写体の変換三刺激値 (X a Y a Z a)) に変換する色の見え逆変換ユニット 3 6 b と、色の見え順変換ユニット 3 6 a で用いる被写体照明条件を設定する照明条件設定ユニット 3 8 a と、色の見え逆変換ユニット 3 6 b で用いる被写体照明条件を設定する照明条件設定ユニット 3 8 b とを有する。

【 0 0 7 2 】

ここで、図 5 に示すコントラスト・彩度変換ユニット 3 4 の色の見え順変換ユニット 3 6 a および色の見え逆変換ユニット 3 6 b は、基本的に、見えの忠実再現変換ユニット 2 2 (見えの忠実再現順変換ユニット 2 2 a と見えの忠実再現逆変換ユニット 2 2 b) と同様の構成であり、照明条件設定ユニット 3 8 a および 3 8 b は、基本的に、照明条件取得

10

20

30

40

50

ユニット 18 と同様の構成であるので、その詳細な説明は省略するが、個々のユニットの機能について説明する。

ここで、照明条件設定ユニット 38 a および 38 b は、照明条件取得ユニット 18 と異なり、実際の被写体の撮影照明条件を取得するのではなく、後段で行う見えの忠実再現変換ユニット 22 での処理結果が忠実再現に加え好ましい色再現となるように、被写体照明条件を設定するものである。一方、色の見え順変換ユニット 36 a および色の見え逆変換ユニット 36 b は、見えの忠実再現変換ユニット 22 と同様の構成を、照明条件取得ユニット 18 によって求められる撮影被写体の照明条件および観察条件取得ユニット 20 によって求められる再現画像の観察条件での、見えの忠実再現変換に用いるのではなく、後段で見えの忠実再現変換を行っても、好ましい色再現となるように、照明条件設定ユニット 38 a および 38 b によってそれぞれ設定された所定の照明条件での、見えの変換に用いるものである。

10

【0073】

なお、以下では、図 5 に示す画像処理ユニット 32 においても、図 1 に示す画像処理ユニット 12 と同様に、撮像ユニット 16 によって、被写体画像が撮像され、これがデジタル化されて、被写体画像上の各点の測色値 D_1 (被写体画像の三刺激値 (XYZ)) が算出されており、また、照明条件取得ユニット 18 によって、画像が撮像される際に、被写体を照射している照明光の絶対照度値等の照度情報と色度値等の色度情報とが測定され、記録されており、さらに、観察条件取得ユニット 20 によって、予めプリント等の再現画像を観察する際の照明の絶対照度値等の照度情報と色度値等の色度情報とが設定されているものとして説明する。

20

【0074】

図 5 に示す画像処理ユニット 32 においては、コントラスト・彩度変換ユニット 34 に被写体画像上の各点の測色値 D_1 (被写体画像の三刺激値 (XYZ)) が入力される。ここで、コントラスト・彩度変換ユニット 34 の見え順変換ユニット 36 a は、照明条件設定ユニット 38 a によって設定された被写体照明条件に基づく色の見えの変換式を用いて、コントラスト変換、彩度変換を行い、見えの属性値 D_5 として、明度 J 、色相 h およびカラフルネス M の値を求める。この際、観察者は、照明色に対して、照明条件取得ユニット 18 によって得られる被写体照明条件で定まる順応度 (D_o) より高い順応度 (D_a) で順応する、好ましくは、ほぼ、もしくは完全に順応すると仮定して、見え順変換ユニット 36 a の色順応変換部 40 a による色順応変換を行い、また、コントラストは日中屋外レベル、カラフルネスは輝度が 5 ~ 150 倍、好ましくは 15 ~ 150 倍、また、人物画像の肌色優先ではさらに好ましくは 5 ~ 20 倍、概略 10 ~ 100 倍程度に相当する変化量として、それぞれ非線形信号変換部 42 a によるコントラスト変換、色属性変換部 44 a による彩度変換を行う。

30

なお、ここでは、見え順変換ユニット 36 a および見え順変換ユニット 36 b における色の見えの変換式は、IS & T / SID 10th Color Imaging Conference 予稿集 pp.23-27 「CIECAM02 色の見えモデル」に記載されているものを用いる。

【0075】

すなわち、

40

1. 色順応変換部 40 a による色順応変換では、順応度 D を $D_a (> D_o)$ 、最も好ましくは、 $D_a = 1$ とし、
2. 非線形信号変換部 42 a によるコントラスト変換 (非線形応答変換) では、パラメータ F_L の値を日中屋外相当の輝度値で計算し、
3. 色属性変換部 44 a による彩度変換 (色知覚属性計算) では、カラフルネス M の計算に用いる被写体輝度値 L_A を実際の値の 5 倍から 150 倍、概略 10 倍から 100 倍にする。

以上の手順で、明度 J 、色相 h 、カラフルネス M の値を求める。

【0076】

ここで、順応度 D およびパラメータ F_L は、IS & T / SID 10th Color Imaging C

50

onference 予稿集 pp.23-27「CIECAM02 色の見えモデル」に従って、下記式 (5) および (6) で与えられるものとする。なお、色相 h 、明度 J 、彩度 C 、カラフルネス M 、ブライトネス Q も、順応度 D およびパラメータ F_L と同様に、IS & T / SID 10th Color Imaging Conference 予稿集 pp.23-27「CIECAM02 色の見えモデル」に従って与えられるものであるが、IS & T / SID 10th Color Imaging Conference 予稿集 pp.23-27「CIECAM02 色の見えモデル」に詳細に記載されているので、その記載を省略する。

【0077】

【数5】

$$D = F \left[1 - \left(\frac{1}{3.6} \right) e^{\left(\frac{-L_A - 42}{92} \right)} \right] \quad \dots (5)$$

10

$$F_L = 0.2k^4 (5L_A) + 0.1 (1 - k^4)^2 (5L_A)^{1/3} \quad \dots (6)$$

$$k = 1 / (5L_A + 1)$$

20

【0078】

次に、こうして、見え順変換ユニット 36a で得られた見えの属性値 D_5 (明度 J 、色相 h およびカラフルネス M の値) から、色の見え変換を色の見え逆変換ユニット 36b において逆変換として利用し、再び、被写体の三刺激値に相当する画像値である被写体画像の測色値 D_6 (被写体の変換三刺激値 ($X_a Y_a Z_a$)) を求める。

この際に、照明条件取得ユニット 38b によって設定される観察条件パラメータとしては、順応度 D として見え順変換ユニット 36a で用いた順応度 D_a を用いる以外は、照明条件取得ユニット 18 によって得られる被写体照明条件そのものを用いる。

従って、具体的には、見え逆変換ユニット 36b においては、実際の被写体輝度値を用いて色属性変換部 44b による彩度変換および非線形信号変換部 42b によるコントラスト変換を行い、順応度 D を前述の D_a に設定して、色順応変換部 40a による色順応変換を行う。

30

こうすることで、被写体が仮想的に日中屋外相当のコントラストを持ち、また、彩度が所定量アップしたデータとなる。

このようなコントラスト・彩度変換は、人間の明るさ変化を伴うコントラスト・彩度変化の感覚を模したものであり、人間にとって自然に感じられる好ましい色再現を実現するコントラスト・彩度変換手法であるといえる。

【0079】

図5に示す画像処理ユニット 32 においては、こうして、コントラスト・彩度変換ユニット 34 で得られ、好ましい色再現変換がなされた被写体画像の測色値 D_6 (被写体の変換三刺激値 ($X_a Y_a Z_a$)) が、図1に示す画像処理ユニット 12 の見えの忠実再現変換ユニット 22 (または図2の見えの忠実再現順変換ユニット 22a) に、被写体画像の測色値 D_1 (被写体の変換三刺激値 ($X Y Z$)) の代わりとして入力され、上述の実施形態と同様に、見えの忠実再現変換ユニット 22 で見えの忠実再現処理が行われ、フレア補正部 24 でフレア補正がなされ、最終的な再現画像の測色値 D_4 (再現画像の三刺激値 ($X Y Z$)) として出力される。

40

この後、こうして出力された最終的な再現画像の測色値 D_4 は、画像出力ユニット 14 に入力され、プリントなどのハードコピー画像および/またはモニタ表示画像などのソフトコピー画像などの再現画像が出力される。

50

このようにして得られた再現画像は、見えの忠実再現のみならず、好ましい色再現がなされたものであり、人間にとって自然に感じられる画像である。

【 0 0 8 0 】

以下に、本発明の第 2、第 4 および第 5 の態様の画像処理方法、画像処理装置および画像出力装置を実施例を挙げて具体的に説明する。

以下、本発明の第 2 の態様に係る画像処理方法により算出した R, G, B 信号を本発明の第 5 の態様の画像出力装置としてのカラーデジタルプリンタに入力して再現画像としてプリント画像を得る場合について、図 6 を用いて説明する。

図 6 は、銀塩写真感光材料を用いる場合の本実施形態における一連の処理の流れを説明するフローチャートである。

10

【 0 0 8 1 】

〔 実施例 3 〕

まず、図 6 に示す本実施形態の画像処理方法を実施して、カラーデジタルプリンタにより、再現画像としてプリント画像を得、コントラスト変換の最適値を評価する場合について説明する。

なお、ステップ S 5 1 ~ S 5 6 は、それぞれ、上述した図 3 に示すステップ S 1 ~ S 6 とほぼ同じステップであり、ステップ S 6 1 ~ S 6 5 は、それぞれ、上述した図 3 に示すステップ S 8 ~ S 1 2 とほぼ同じステップである。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 5 1 :

富士写真フイルム(株)製カラーネガフイルム Superia 4 0 0 を用いて、5 種類の明るさレベルが異なる被写体を撮影し、現像処理後のカラーネガフイルムを、大日本スクリーン製造(株)製のスキャナ S G - 1 0 0 0 により収録して、デジタル画像データを得た。

20

【 0 0 8 3 】

ステップ S 5 2 :

上記被写体撮影時に、その被写体と同一位置に反射率 1 8 % のグレー板を設置し、このグレー板の X, Y, Z 三刺激値を、ミノルタ(株)製色彩輝度計 C S - 1 0 0 により測定した。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 5 3 :

前記カラーネガフイルムに対して、S P I E vol.1079 pp.90-98に記載されているレーザーカラープリンタを用いて R, G, B の露光量をそれぞれ変化させた複数のパッチを出力し、前記スキャナ S G - 1 0 0 0 で収録して、カラーネガフイルムに与えた各露光量と発色濃度との関係を記述したテーブルを作成した。

30

【 0 0 8 5 】

ステップ S 5 4 :

ステップ S 5 1 で得た画像データに対して、ステップ S 5 3 で作成したテーブルを適用して画像データの各点に与えられた露光量 R, G, B を算出した。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 5 5 :

求められた露光量 R, G, B に対して、下記の式(7)により C I E X Y Z 三刺激値(被写体画像の測色値 D 1)を求めた。

40

【 0 0 8 7 】

【数 6】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = M \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

【0088】

ここで、Mは3行4列の行列であり、それぞれの係数は、測色値が既知のチャート（例えば、マクベスチャート）を撮影した結果から求められたR、G、B露光量が、最も良く目的のXYZ値を表わすように予め最適化により求めておいたものである。 10

【0089】

ステップS56：

色温度5000Kの色評価蛍光灯により照度300Luxで照明された写真プリント観察環境のプリントを置く位置と同じ位置に前記グレー板を設置し、前記色彩輝度計CS-100により三刺激値を測定した。

【0090】

ステップS57：

IS&T/SID 10th Color Imaging Conference 予稿集pp.23-27に記載の式を用いて、5種類の被写体画像（測色値D1；被写体の三刺激値（XYZ））に対して、コントラスト変換を施した5種類の画像（見えの属性値D5）を作成した。ここでは、観察者は、被写体を照明する光源に完全に順応する（上記式（5）で表される順応度Dの値を強制的に1とする）（設定照明条件）として計算を行い、また、コントラスト変換では、被写体の照度値を仮想的に変化させた（ F_L を計算する際に使用する上記式（6）の L_A の値を変化させる）ことに相当する値（設定照明条件）を複数代入し、被写体の三刺激値（XYZ）から色相h、明度J、彩度Cの3つの見えの属性値D5を算出した画像を一連作成した。 20

【0091】

ステップS58：

次に、IS&T/SID 10th Color Imaging Conference 予稿集pp.23-27に記載の式を用いて、ステップS57で算出された色相h、明度J、彩度Cの3つの見えの属性値D5から被写体の照明条件（設定照明条件）を用いて、コントラスト変換後の被写体の三刺激値（ $X_a Y_a Z_a$ ）（測色値D6）で表される画像を一連算出した。 30

【0092】

ステップS59：

この後、ステップS58で得られた三刺激値（ $X_a Y_a Z_a$ ）（測色値D6）の画像を出発として、IS&T/SID 10th Color Imaging Conference 予稿集pp.23-27に記載の手法により、ステップS52で求めた被写体照明条件を用いて、色順応変換およびコントラスト変換を行い、色相h、明度J、彩度Cの3つの見えの属性値D2を算出した一連の画像を作成した。 40

【0093】

ステップS60：

次に、IS&T/SID 10th Color Imaging Conference 予稿集pp.23-27に記載の見えの変換式を用いて、ステップS59で算出された色相h、明度J、彩度Cの3つの見えの属性値D2から、ステップS56で求めたプリントを観察する際の照明条件を用いてプリント上に出力すべき変換画像の三刺激値（ X' 、 Y' 、 Z' ）（測色値D3）で表される見えの忠実再現処理および好ましい色再現処理がなされた再現画像を一連算出した。

【0094】

ステップS61：

50

プリント装置として富士写真フイルム（株）製 Pictography 3500 を使用し、予め R, G, B 入力信号をそれぞれ変化させたパッチを出力し、各パッチの分光反射率を東京電色社製 TC - 1800M により分光測色した。

【0095】

ステップ S 6 2 :

ステップ S 6 1 で測定された分光反射率データ R () に対して、下記の式 (8) によりフレア補正後の分光反射率 R ' () を算出した。

【0096】

【数 7】

$$R'(\lambda) = \left(\frac{R(\lambda) + h}{1 + h} \right) \cdot (1 + h') - h' \quad \dots (8)$$

10

【0097】

ここで、h は、上記分光測色計 TC - 1800M におけるフレア率、h' は、プリント観察環境下におけるフレア率である。

【0098】

ステップ S 6 3 :

ステップ S 6 2 で求めたフレア補正後の分光反射率 R ' () に対して、プリント観察照明の分光分布を掛け合わせて X, Y, Z 三刺激値を求め、プリンタの入力信号と、フレア補正後の X, Y, Z 三刺激値 (測色値 D 4) の関係を示すテーブルを作成した。

20

【0099】

ステップ S 6 4 :

ステップ S 6 0 で算出された観察環境下で出力すべき三刺激値 X', Y', Z' (測色値 D 3) と、ステップ S 6 3 で求めたテーブルからプリンタに入力すべき R, G, B 信号を算出し、これを前記プリンタ Pictography 3500 に入力して、最終的な出力画像を得た。

【0100】

ステップ S 6 5 :

得られた 5 種類の出力画像をプリント観察条件下で観察し、8 名の観察者によって好ましさの比較・評価を行ったところ、図 7 に示すグラフのような結果となった。これより、被写体の真の照度値にかかわらず、被写体の照度値が 1 万 ~ 10 万ルクスの範囲にあるときに好ましいコントラストになることが分かった。

30

【0101】

〔実施例 4〕

まず、図 6 に示す本実施形態の画像処理方法を実施して、カラーデジタルプリンタにより、再現画像としてプリント画像を得、彩度変換の最適値を評価する場合について説明する。

【0102】

ステップ S 5 1 :

5 種類の明るさレベルが異なる被写体の代わりに、7 種類の異なる被写体を撮影した以外は、実施例 3 と同様にして、富士写真フイルム（株）製カラーネガフィルム Superia 400 を用いて、7 種類の被写体（人物写真 3 種、風景写真 4 種）を撮影し、7 種類の被写体（人物写真 3 種、風景写真 4 種）を撮影し、現像処理後のカラーネガフィルムを、大日本スクリーン製造（株）製のスキャナ SG - 1000 により収録して、デジタル画像データを得た。

40

【0103】

ステップ S 5 2 ~ S 5 6 :

実施例 3 と全く同様にして、撮影時の被写体照明条件、プリント観察時の照明条件および 7 種類の被写体画像の測色値 D 1 (被写体の三刺激値 (X Y Z)) を求めた。

50

【0104】

ステップS57:

IS&T/SID 10th Color Imaging Conference 予稿集pp.23-27に記載の式を用いて、7種類の被写体画像(測色値D1;被写体の三刺激値(XYZ))に対して、彩度変換を施した7種類の画像(見えの属性値D5)を作成した。ここでは、観察者は、被写体を照明する光源に完全に順応する(上記式(5)で表される順応度Dの値を強制的に1とする)(設定照明条件)として計算を行い、また、コントラスト変換では、 $L_A = 20000 \text{ cd/m}^2$ (日中屋外相当)(設定照明条件)として計算して、彩度変換については、カラフルネスMを求める式において、 F_L を計算する際に使用する上記式(6)の L_A の値を仮想的に変化させる(設定照明条件)ことで、被写体の三刺激値(XYZ)から、色相h、明度J、カラフルネスMの3つの見えの属性値D5を算出した画像を一連作成した。

10

【0105】

ステップS58:

次に、IS&T/SID 10th Color Imaging Conference 予稿集pp.23-27に記載の式を用いて、ステップS57で算出された色相h、明度J、カラフルネスMの3つの見えの属性値D5から被写体の照明条件(設定照明条件)を用いて、彩度変換後の被写体の三刺激値($X_a Y_a Z_a$)(測色値D6)で表される画像を一連算出した。

【0106】

ステップS59~S64:

実施例3と全く同様にして、ステップS58で得られた三刺激値($X_a Y_a Z_a$)(測色値D6)の画像を出発として、忠実再現処理を行い、プリント上に出力すべき変換画像の三刺激値(X' , Y' , Z')(測色値D3)で表される画像を一連算出し、プリンタに入力すべきR, G, B信号を算出し、これを前述のプリンタPictography 3500に入力して、最終的な出力画像を得た。

20

【0107】

ステップS65:

得られた7種類の出力画像をプリント観察条件下で観察し、8名の観察者によって好ましさの評価を行ったところ、図8のような結果となった。

これより、被写体輝度を5~150倍したことに相当するカラフルネスMのアップが好ましく、また、より好ましくは、15~150倍、さらに好ましくは30~100倍にしたことに相当するカラフルネスアップが良く、特に、人物画像では被写体輝度を5~20倍、例えば概略10倍程度にしたことに相当するカラフルネスアップがさらに好ましく、一方、風景画像については、被写体輝度を15~150倍、より好ましくは概略30~100倍程度にしたことに相当するカラフルネスアップが好まれることが分かった。

30

【0108】

〔実施例5〕

まず、図6に示す本実施形態の画像処理方法を実施して、カラーデジタルプリンタにより、再現画像として好ましいコントラスト・彩度変換プリント画像を作成する場合について説明する。

【0109】

ステップS51:

実施例1と全く同様にして、富士写真フイルム(株)製カラーネガフイルムSuperia400を用いて、色温度3000Kのタングステンランプにより照明された人物を撮影し、現像処理後のカラーネガフイルムを、大日本スクリーン製造(株)製のスキャナSG-1000により収録して、デジタル画像データを得た。

40

【0110】

ステップS52~S56:

実施例3と全く同様にして、撮影時の被写体照明条件、プリント観察時の照明条件および7種類の被写体画像の測色値D1(被写体の三刺激値(XYZ))を求めた。

【0111】

50

ステップ S 5 7 :

I S & T / S I D 10th Color Imaging Conference 予稿集 pp.23-27 に記載の式を用いて、被写体画像（測色値 D 1 ; 被写体の三刺激値（X Y Z））に対してコントラスト・彩度変換を施した画像を作成した。ここでは、観察者は、被写体を照明する光源に完全に順応する（上記式（5）で表される順応度 D の値を強制的に 1 とする）（設定照明条件）として計算を行い、また、コントラスト変換では、 $L_A = 2000 \text{ cd/m}^2$ （日中屋外相当）（設定照明条件）として計算し、彩度変換については、カラフルネス M を求める式において、 F_L を求める上記式（6）の L_A の値として、被写体の実測値の 10 倍の値（設定照明条件）を用いて、カラフルネス M を算出することにより、被写体の三刺激値（X Y Z）から、色相 h、明度 J、カラフルネス M の 3 つの見える属性値 D 5 を算出した画像を一連作成した。 10

【0 1 1 2】

ステップ S 5 8 :

次に、I S & T / S I D 10th Color Imaging Conference 予稿集 pp.23-27 に記載の式を用いて、ステップ S 5 7 で算出された色相 h、明度 J、カラフルネス M の 3 つの見える属性値 D 5 から被写体の照明条件（設定照明条件）を用いて、彩度変換後の被写体の三刺激値（X a Y a Z a）（測色値 D 6）で表される画像を一連算出した。

【0 1 1 3】

ステップ S 5 9 ~ S 6 4 :

実施例 3 と全く同様にして、ステップ S 5 8 で得られた三刺激値（X a Y a Z a）（測色値 D 6）の画像を出発として、忠実再現処理を行い、プリント上に出力すべき変換画像の三刺激値（X' , Y' , Z'）（測色値 D 3）で表される画像を一連算出し、プリンタに入力すべき R, G, B 信号を算出し、これを前述のプリンタ P ictrography 3 5 0 0 に入力して、最終的な出力画像を得た。 20

【0 1 1 4】

ステップ S 6 5 :

得られた出力画像をプリント観察条件下で観察し、オリジナルシーンの見えと比較したところ、見えの一致が適度に得られている上に、コントラスト・彩度が好ましく強調された画像が得られていることが確認出来た。すなわち、被写体の見えを忠実に再現した画像に対して、できるだけ自然に見えるコントラストや彩度の強調を行い、また、白色でない光源で被写体が照明されている場合でも、不自然な再現にならないようなコントラストや彩度の強調を行うという目的が達成できた。 30

【0 1 1 5】

上記実施例は、いずれも本発明の一例を示したものであり、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更や改良を行ってもよいことはいうまでもない。

【0 1 1 6】

例えば、被写体を照明する光源の照度は、被写体を撮影する際に通常行う測光値から推測することが可能である。また、被写体を照明する光源の色度は、画像中の白色点や平均色度などから推定することが可能である。また、画像中に反射率が既知の物体が存在している場合には、確実に光源の色度を取得することができる。 40

【0 1 1 7】

また、ここでは、被写体の測色値を得るために、カラーネガフィルムやデジタルカメラを用いる例を挙げたが、これらは分光感度特性が理想的ではない（人間の目の分光感度特性とは一致しない）ために、取得された測色値にはある程度の誤差が含まれることは否めない。これに対しては、画像取得装置として、q 係数（測色品質係数）が高いものを用いることが好ましい。マルチバンドカメラを使用すれば、よりよい結果が得られる。

【0 1 1 8】

また、前述の観察環境のフレア率は、通常、モニタまたはプリントの表面で直接反射される光の割合で示される。この値は、プリントを観察する環境の周囲の状況に大きく依存 50

し、周囲が白い壁で覆われているような場合には、フレア率は高くなる。ちなみに、真上からの照明で周囲がグレーの壁で覆われているような環境下におけるプリントのフレア率は約 2 % であり、観察環境のフレア率が予め予測できない場合には、この値を使用することが好ましい。

【 0 1 1 9 】

さらに、式 (4) で表わされるフレア補正は、いわゆる階調変更として実装することが可能であり、通常は、フレア率に対応した複数の 1 D L U T を用意しておくことで対応可能である。

【 0 1 2 0 】

なお、上述の本発明の第 1 および第 2 の態様の画像処理方法は、これをコンピュータ制御により実行させることが可能であり、本発明の技術的範囲は、そのようなコンピュータ制御のためのプログラム、さらにはこのプログラムを記録したコンピュータにより読み取り可能な記録媒体にも及ぶものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 1 】

【図 1】本発明の画像処理装置を備えた本発明の画像出力装置の一実施形態のブロック図である。

【図 2】図 1 に示す画像出力装置に適用される本発明の画像処理装置の他の実施形態のブロック図である。

【図 3】本発明の画像処理方法の一実施形態における一連の処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 4】本発明の画像処理方法の他の実施形態における処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 5】図 1 に示す画像出力装置に適用される本発明の画像処理装置の他の実施形態の一部のみを示すブロック図である。

【図 6】本発明の画像処理方法の他の実施形態における処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 7】図 6 に示す画像処理方法を実施する実施例 3 において求められた 5 種のシーンの対数輝度のグラフである。

【図 8】図 6 に示す画像処理方法を実施する実施例 4 において求められた 7 種のシーンの対数相対輝度のグラフである。

【符号の説明】

【 0 1 2 2 】

1 0 画像出力装置

1 2 , 3 2 画像処理ユニット

1 4 画像出力ユニット

1 6 撮像ユニット

1 8 照明条件取得ユニット

2 0 観察条件取得ユニット

2 2 見えの忠実再現変換ユニット

2 2 a 見えの忠実再現順変換ユニット

2 2 b 見えの忠実再現逆変換ユニット

2 4 フレア補正部

2 6 , 2 6 a , 2 6 b , 4 0 a , 4 0 b 色順応変換部

2 8 , 2 8 a , 2 8 b , 4 2 a , 4 2 b 非線形信号変換部

3 0 , 3 0 a , 3 0 b , 4 4 a , 4 4 b 色属性変換部

3 4 コントラスト・彩度変換ユニット

3 6 a 色の見え順変換ユニット

3 6 b 色の見え逆変換ユニット

3 8 a , 3 8 b 照明条件設定ユニット

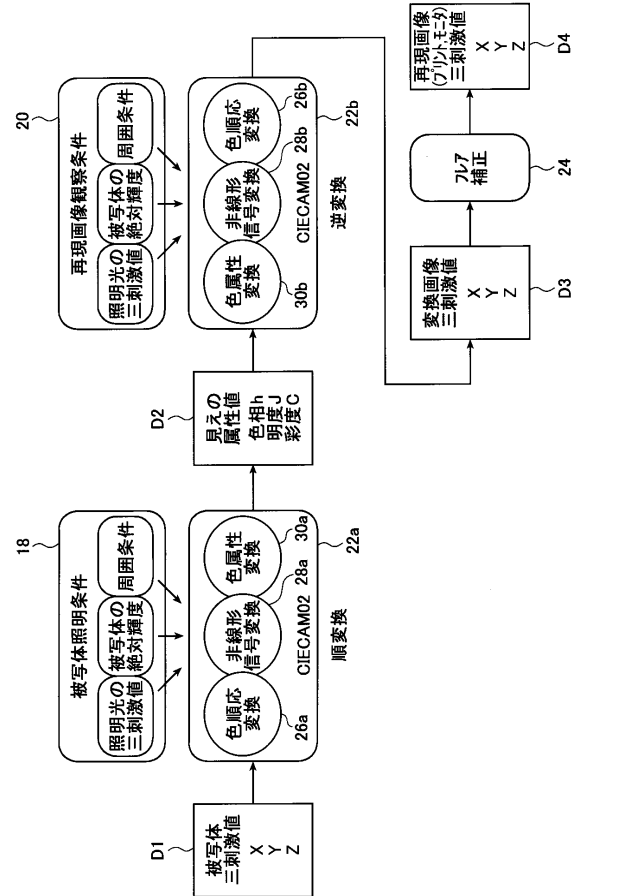
10

20

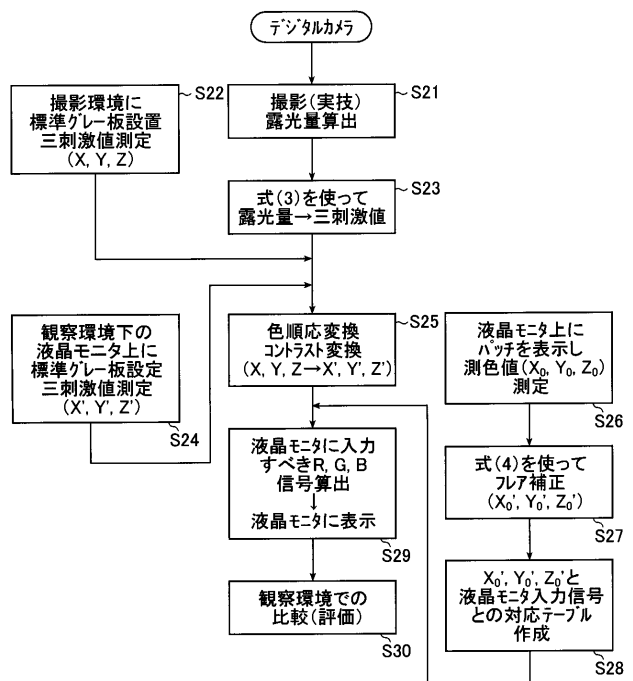
40

50

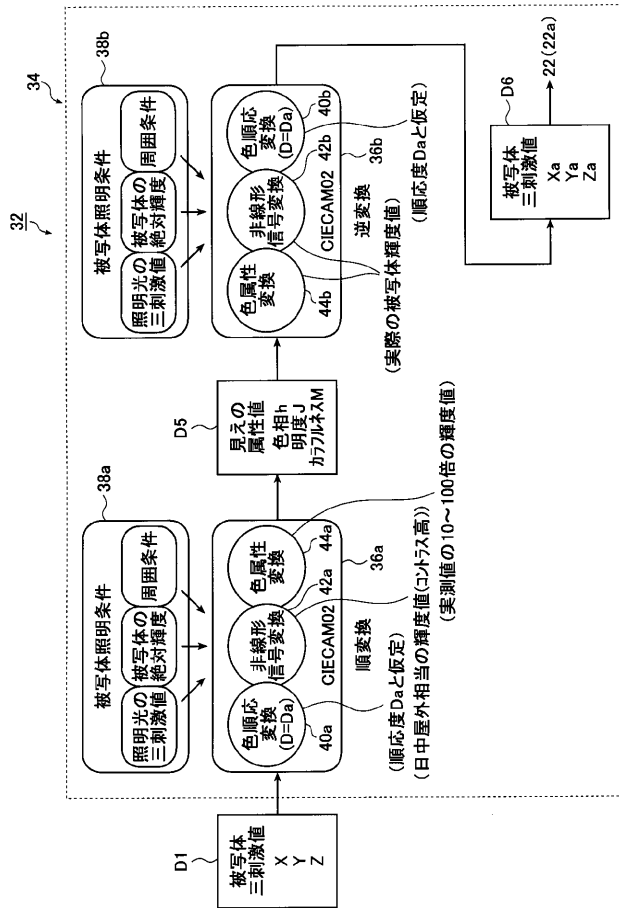
【 図 2 】



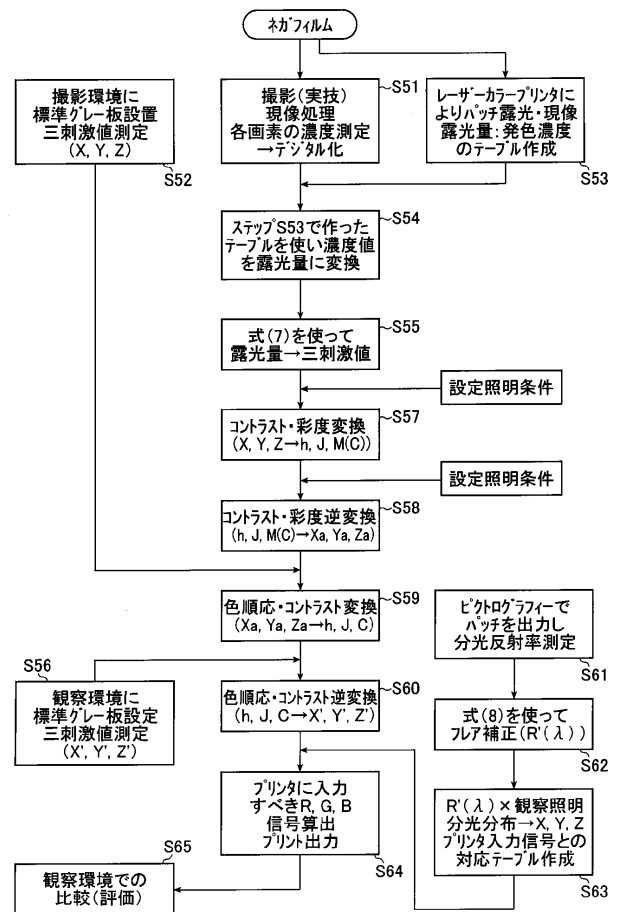
【 図 4 】



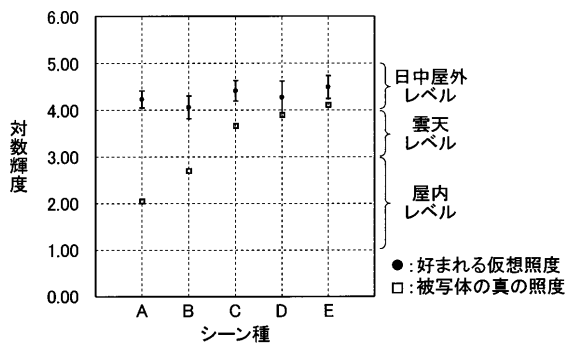
【図 5】



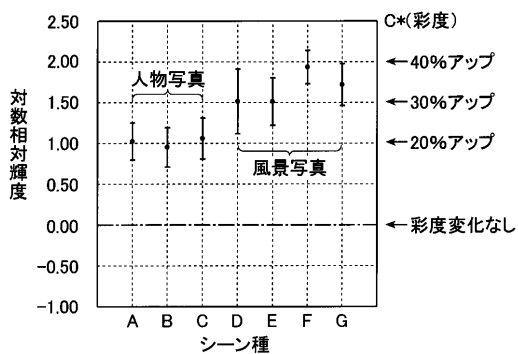
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 9/79	H 0 4 N 1/40	5 C 0 7 9
// H 0 4 N 101:00	H 0 4 N 101:00	

F ターム(参考) 5B057 AA11 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16
CE11 CE17 DB02 DB06 DB09 DC25
5C055 AA12 BA06 BA07 BA08 EA05 HA37
5C065 AA01 BB01 BB10 CC01 FF05 HH02 HH04
5C066 AA11 EB01 EE01 FA01 KE04 KM02
5C077 LL04 LL19 MP08 PP15 PP32 PP37 PP44 PP46 PQ18 TT02
TT09
5C079 HB01 HB05 LA02 LA12 LB01 NA03 NA06 PA03