

(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2007-74557

(P2007-74557A)

(43) 公開日 平成19年3月22日(2007.3.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 1/46 (2006.01)	HO4N 1/46 Z	5B021
GO6T 1/00 (2006.01)	GO6T 1/00 510	5B057
HO4N 1/60 (2006.01)	HO4N 1/40 D	5C077
GO9G 5/02 (2006.01)	GO9G 5/02 B	5C079
GO6F 3/12 (2006.01)	GO6F 3/12 C	5C082

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-261097 (P2005-261097)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成17年9月8日(2005.9.8)	(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	石井 利幸 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)	5B021 AA04 LG07 LG08

最終頁に続く

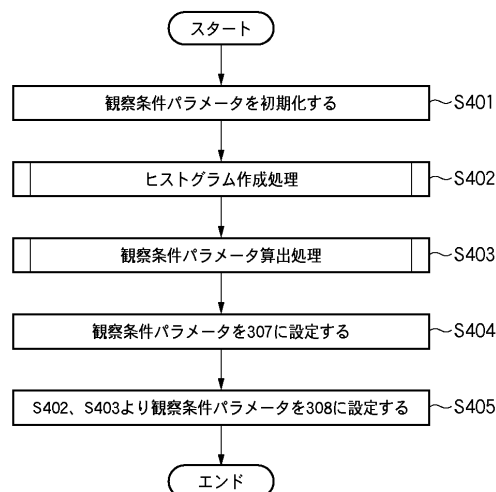
(54) 【発明の名称】 画像処理方法、画像処理装置、コンピュータプログラム、記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 人間が視覚順応する状態に即して色の変換を行う技術を提供する。

【解決手段】 本発明によれば、入力された画像データの色変換を行う画像処理方法であって、入力された前記画像データを第1のパラメータを含む情報に基づいてデバイス非依存の色空間上の画像データに変換する変換工程と、変換された前記画像データを第2のパラメータを含む情報に基づいてデバイス依存の色空間上の画像データ逆変換する逆変換工程と、を備え、更に、入力された前記画像データにおける所定の統計量に基づいて、前記第1及び第2のパラメータの少なくともいずれかを決定する決定工程を備えることを特徴とする画像処理方法が提供される。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

入力された画像データの色変換を行う画像処理方法であって、

入力された前記画像データを第 1 のパラメータを含む情報に基づいて知覚色空間上の画像データに変換する変換工程と、

変換された前記画像データを第 2 のパラメータを含む情報に基づいてデバイス独立色空間上の画像データ逆変換する逆変換工程と、を備え、

更に、入力された前記画像データにおける所定の統計量に基づいて、前記第 1 及び第 2 のパラメータの少なくともいずれかを決定する決定工程を備えることを特徴とする画像処理方法。

10

**【請求項 2】**

前記所定の統計量は入力された前記画像データにおける所定の画像情報の分布を示すヒストグラムであり、

入力された前記画像データに基づいて前記ヒストグラムを作成する作成工程と、

作成された前記ヒストグラムに基づいて順応白色点におけるパラメータを導出する導出工程と、を更に備え、

前記決定工程は、前記第 1 及び第 2 のパラメータの少なくともいずれかを、導出された前記パラメータを含むように決定することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理方法。

**【請求項 3】**

前記導出工程において導出される、前記順応白色点におけるパラメータは、順応視野の輝度及び白色三刺激値の少なくともいずれかを含まれることを特徴とする請求項 2 に記載の画像所処理方法。

20

**【請求項 4】**

前記導出工程は、前記ヒストグラムの、前記所定の画像情報が予め定められた閾値以上の領域内における、前記所定の画像情報の、最大値、平均値、最出頻度のいずれかに基づいて前記パラメータを導出することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の画像所処理方法。

**【請求項 5】**

前記閾値は、前記領域に含まれる前記画像情報の度数が、前記ヒストグラムの全体に含まれる前記画像情報の度数に対して、予め定められた割合を占めるように設定されることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理方法。

30

**【請求項 6】**

前記所定の画像情報は、入力された前記画像データにおける順応視野の輝度値、又は、入力された前記画像データにおける順応白色点の三刺激値であることを特徴とする請求項 2 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像所処理方法。

**【請求項 7】**

前記デバイス非依存の色空間は J C h 色空間であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

**【請求項 8】**

入力された画像データの色変換を行う画像処理装置であって、

入力された前記画像データを第 1 のパラメータを含む情報に基づいてデバイス非依存の色空間上の画像データに変換する変換手段と、

変換された前記画像データを第 2 のパラメータを含む情報に基づいてデバイス依存の色空間上の画像データ逆変換する逆変換手段と、を備え、

更に、入力された前記画像データにおける所定の統計量に基づいて、前記第 1 及び第 2 のパラメータの少なくともいずれかを決定する決定手段を備えることを特徴とする画像処理装置。

40

**【請求項 9】**

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。

50

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載のコンピュータプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は画像処理技術に関し、特に、カラーマッチングを行う画像処理技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、パーソナルコンピュータ（PC）やワークステーション（WS）等の情報処理装置の普及に伴い、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てきた。これに伴い、出力物の色を管理する、カラーマネージメント技術が重要となっている。例えばDTPにおいては、カラーモニタとカラープリンタとを有するコンピュータシステムにおいて、モニタ上にてカラー画像の作成／編集／加工等を行い、カラープリンタで出力する。モニタのデバイス色再現特性とプリンタのカラー特性は一般に異なるため、このようなシステムにおいては、モニタ上のカラー画像の色とプリンタ出力画像の色とを知覚的に一致させるカラーマッチングが要求される。

## 【0003】

現在、広く用いられているカラーマッチング手法として、ICCプロファイル（色に対するデバイスの特性を記述したファイル）を用いたCMS（Color Management System）が知られている。このCMSにおいてはICCプロファイルを用いて、デバイス依存色（RGB／CMYK等）からデバイス独立色（XYZ／L\*a\*b\*等）に変換してデバイス間で測色値を一致させる。より詳しく述べると、ソース側（入力側）デバイスでの独立色を（X1、Y1、Z1）とし、ディスティネーション側（出力側）デバイスでの独立色を（X2、Y2、Z2）としたとき、

$$X1 = X2、Y1 = Y2、Z1 = Z2$$

とする手法である。この測色値を一致させる手法に拠れば、同一の照明光源下においてソース側デバイスとディスティネーション側デバイスとの両者に包含される色再現範囲内の色を正確に合わせることができる。

## 【0004】

しかしながら、それぞれ照明環境等が異なるデバイス間や、白色基準が異なるデバイス間等においては、上述の測色値を一致させるカラーマッチング手法を適用しても、良好な結果が得られないことが知られている。この原因は、人間は照明環境やデバイス白色が変化すると視覚的に順応している状態が変化するため、即ち、視覚順応するために、たとえXYZ／L\*a\*b\*上で測色値を一致させても、人間が知覚する色の見え方が異なってしまうからである。

## 【0005】

係る問題を解決する為に観察する条件（白色輝度、色度、周囲の環境など）を考慮して、異なる観察条件下においても色が同じように見えるために、色知覚モデル（カラーアピランスモデル）というモデルに基づく色の変換手法が提案されている。

## 【0006】

例えば、CIECAM（CIE Color Appearance Model）02という色知覚モデルに基づく色の変換手法が知られている。CIECAM02は、照明光に対する順応の程度や背景による対比効果などの視覚現象を数式でモデル化したものである。CIECAM02は、ある色の三刺激値XYZから視環境のパラメータを考慮して、人間の感覚である色の見え方を表す属性（知覚明度J値、知覚彩度C値、知覚色相h値）により表現されるアピランス色空間に変換して得られる。

## 【0007】

図8は色知覚モデルCIECAM02の観察条件パラメータを例示的に示した図である。図8のように、CIECAM02に設定されるパラメータには、順応視野の輝度値、白

10

20

30

40

50

色三刺激値、背景の相対輝度値、周囲の観察環境を表す係数等が含まれる。

【0008】

CIECAM02に基づく色変換においては、ソース側とディステーション側とで観察条件のパラメータをそれぞれ設定し、アピランス色空間上で値が一致するように、ディステーション側へ逆変換を行う。これにより、三刺激値は異なるが同じ見え方を持つ色を求めることができる。

【0009】

例えば、ソース側の観察条件 $VC1$ 下でのサンプルの $XYZ$ 値を $(X1, Y1, Z1)$ 、ディステーション側の観察条件 $VC2$ 下でのサンプルの $XYZ$ 値を $(X2, Y2, Z2)$ とすると、色知覚モデルによれば次の変換が行われる。

$(X1, Y1, Z1)$  [CIECAM02順変換]  $(J, C, h)$  [CIECAM02逆変換]  $(X2, Y2, Z2)$

この様に色知覚モデルを用いることで、人間の知覚による色の見え方をさらに近づけることができる。

【0010】

なお、特許文献1には、画像の撮像時データを用いて画像の補正内容を決定する技術が開示されている。

【特許文献1】特開2000-175207号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

前記色知覚モデルを用いた従来の構成では、観察条件パラメータの順応白色点としてデバイスの白色点を設定するのが一般的であった。例えば、CRTモニタであればRGB入力信号をそれぞれ最大とした際に管面上に表示される白色の $XYZ$ 値、あるいは印刷物であればD50光源で照光した際の標準白色板の $XYZ$ 値を設定していた。しかしながら、実際の観察環境においては、実際に人間が順応している白色輝度が観察画像の輝度分布に応じて異なる場合がある。さらには観察画像が全体に色かぶりしているような場合には、実際に人間が順応している白色輝度がデバイス白色とは異なる場合がある。なお、順応白色とは、人間の順応視野における白色のことであり、順応視野とは、人間の順応に寄与する視野のことである。

【0012】

本発明は上記問題に鑑みなされたものであり、人間が視覚順応する状態に即して色の変換を行う技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するため、本発明による画像処理方法は以下の構成を備える。即ち、入力された画像データの色変換を行う画像処理方法であって、  
入力された前記画像データを第1のパラメータを含む情報に基づいてデバイス非依存の色空間上の画像データに変換する変換工程と、  
変換された前記画像データを第2のパラメータを含む情報に基づいてデバイス依存の色空間上の画像データ逆変換する逆変換工程と、を備え、  
更に、入力された前記画像データにおける所定の統計量に基づいて、前記第1及び第2のパラメータの少なくともいずれかを決定する決定工程を備える。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、人間が視覚順応する状態に即して色の変換を行う技術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】

【0015】

以下、添付図面を参照して本発明に係る実施の形態を詳細に説明する。ただし、この実

10

20

30

40

50

施の形態に記載されている構成要素はあくまでも例示であり、本発明の範囲をそれらのみ  
に限定する趣旨のものではない。

【0016】

<<第1実施形態>>

(画像処理装置の構成)

図1は本実施形態に係る画像処理装置の構成を示したブロック図である。この構成にお  
いて101はCPU、102はメインメモリ、103はSCSIインタフェイス、104  
はHDD、105はUSBコントローラである。また、106はプリンタ、107はスキ  
ャナ、108はデジタルカメラ、109はグラフィックアクセラレータ、110はモニ  
タ、111はPCIバスである。本実施形態に係る画像処理装置は、例えば、PCやWS  
等で実現される。

10

【0017】

CPU101は、HDD104に格納されているアプリケーションプログラム、オペレ  
ーティングシステム(OS)や制御プログラム等を実行し、メインメモリ102にプログ  
ラムの実行に必要な情報、ファイル等を一時的に格納する制御を行う。

【0018】

メインメモリ102は、例えば、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Acces  
s Memory)等から構成される。ROMは、基本I/Oプログラム等のプログラム、画像処  
理の際に使用する各種データ等を記憶する読み出し専用メモリである。RAMは各種デー  
タを一時記憶するメモリであり、CPU101の主メモリ、ワークエリア等として機能す  
る。

20

【0019】

SCSI(Small Computer System Interface)インタフェイス103は、HDD10  
4とPCIバスとの間のデータ転送を高速に行うバスである。HDD(Hard Disk Drive  
)104は大容量メモリとして機能する外部記憶装置であり、アプリケーションプログラ  
ム、OS、制御プログラム、関連プログラム等が格納される。

【0020】

USB(Universal Serial Bus)コントローラ105はUSBインタフェイスによって  
接続される外部装置とのデータ転送を制御する。

【0021】

プリンタ106は受け取った画像データに基づいて記録用紙に画像を形成する。スキ  
ャナ107は、例えば、記録用紙等に印刷された画像を光学的に読みとって、画像データ  
を出力する。デジタルカメラ108は撮像光学系により結像された被写体の光学像をCC  
Dユニットで電気信号に変換し、画像データを出力する。

30

【0022】

グラフィックアクセラレータ109は、受け取った画像データに基づいて描画処理を行  
い、描画処理後のデータをモニタ110に出力する。モニタ110は、グラフィックアク  
セラレータ109を経由して入力されたデータに基づいて、所定の描画処理を行う。

【0023】

PCIバス111は画像処理装置内のデータの流れを司るものである。

40

【0024】

(動作概要)

次に、上記構成におけるモニタ110と、プリンタ106に画像を出力する場合におけ  
る画像出力の動作について述べる。

【0025】

まず、HDD104に格納されている画像処理アプリケーションならびにソフトウェア  
が、CPU101からの指令に基づいて起動される。次に、画像処理アプリケーションの  
処理に応じて、CPU101は、HDD104に格納されている画像データが、SCSI  
インタフェイス103を介してPCIバス111経由によりメインメモリ102に転送さ  
れるように制御する。そして、メインメモリ102に保持されている画像データは、CP

50

U 1 0 1 からの指令により P C I バス 1 1 1 経由によってグラフィックアクセラレータ 1 0 9 に転送される。グラフィックアクセラレータ 1 0 9 は、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モニタ 1 1 0 に送信し、モニタ 1 1 0 上に画像データが表示される。

#### 【 0 0 2 6 】

一方、ユーザが、画像処理アプリケーションにてメインメモリ 1 0 2 に保持されている画像をプリンタ 1 0 6 から出力するよう指令した場合は次の処理を行う。即ち、画像処理アプリケーションは後述する画像処理動作に基づき、ソース側デバイスより取得した R G B 画像をソース側デバイスとディスティネーション側デバイスの観察条件と像順応を考慮した画像変換を施し、C M Y K 画像に変換する。そして、U S B コントローラ 1 0 5 を介して C M Y K 画像データをプリンタ 1 0 6 へ送信する。以上一連の動作の結果として、プリンタ 1 0 6 より C M Y K 画像が記録用紙に形成される。

10

#### 【 0 0 2 7 】

( 初期設定 )

次に、上記構成において、画像処理アプリケーションが起動された後に行う初期設定について、図 2 を参照して説明する。図 2 はユーザが初期設定のために用いるユーザインタフェースを模式的に示した図である。初期設定には、ソース側、ディスティネーション側のデバイスの選択、並びに、デバイスに対応する入出力プロファイルの選択等が含まれる。なお、プロファイルは後述するように入力装置 ( デバイス )、又は、出力装置の特性を記述したファイルである。

20

#### 【 0 0 2 8 】

まず、H D D 1 0 4 に格納されている画像処理アプリケーションを起動すると、C P U 1 0 1 は、図 2 に示すウィンドウ 2 0 0 をモニタ 1 1 0 に表示する。図 2 のように、ウィンドウ 2 0 0 には、例えば、ソースデバイス選択ボタン 2 0 1、ディスティネーションデバイス選択ボタン 2 0 2、入力プロファイル読み込みボタン 2 0 3、出力プロファイル読み込みボタン 2 0 4、変換ボタン 2 0 5 を表示する。

#### 【 0 0 2 9 】

ソースデバイス選択ボタン 2 0 1 は、ユーザがソース側デバイスを選択する為のボタンであり、ディスティネーションデバイス選択ボタン 2 0 2 は、ユーザがディスティネーション側デバイスを選択する為のボタンである。C P U 1 0 1 は、ユーザによりソースデバイス選択ボタン 2 0 1 が選択されると、例えば、プルダウンメニュー等のインタフェースを提供してユーザがソースデバイスを選択できるように制御する。ディスティネーションデバイス選択ボタン 2 0 2 が選択された場合も同様のインタフェースを提供してディスティネーションデバイスの選択を受け付ける。

30

#### 【 0 0 3 0 】

入力プロファイル読み込みボタン 2 0 3 は、ユーザが入力プロファイルを選択して本実施形態に係る構成に読み込ませるためのボタンである。出力プロファイル読み込みボタン 2 0 4 は、ユーザが出力プロファイルを選択して本実施形態に係る構成に読み込ませるためのボタンである。入力プロファイル読み込みボタン 2 0 3、又は、出力プロファイル読み込みボタン 2 0 4 が選択された場合は、例えば、ファイルシステムを閲覧できるような

40

#### 【 0 0 3 1 】

変換ボタン 2 0 5 は画像変換を施す為のボタンである。ユーザにより変換ボタン 2 0 5 が選択されると、C P U 1 0 1 はボタン 2 0 1 乃至 2 0 4 を介して設定された条件に基づいて後述の変換処理を開始する。

#### 【 0 0 3 2 】

本実施形態では、このウィンドウ上でユーザはソースデバイス選択ボタン 2 0 1 を利用してモニタを選択し、ディスティネーションデバイス選択ボタン 2 0 2 を利用してプリンタを選択する場合を例示的に考える。デバイス選択後、ユーザは、入力プロファイル読み込みボタン 2 0 3 を利用してソースデバイスの特性を記述したプロファイルを読み込ませ

50

る。さらに、出力プロファイル読み込みボタン204を利用してディスティネーションデバイスの特性を記述したプロファイルを読み込ませる。最後に、変換ボタン205を利用して後述するソース側デバイスとディスティネーション側デバイスの観察条件と像順応を考慮した画像変換を行わせる。画像変換後、本実施形態に係る構成は、ディスティネーションデバイス選択ボタン202で指定されたディスティネーション側デバイスに変換画像を表示/出力する。

#### 【0033】

(画像変換の概要)

次に、本実施形態に係る構成が実行する画像変換の概要について図3を参照して説明する。図3は、画像処理アプリケーションが実行する画像変換処理を示すブロック図である。画像処理アプリケーションは、ソース側デバイスより取得したRGB画像に対して、ソース側デバイスとディスティネーション側デバイスの観察条件と像順応とを考慮した画像変換を施し、ディスティネーション側デバイスより出力する処理を行う。

10

#### 【0034】

図3に示される各ブロックは、図1を参照して上述した画像処理装置のCPU101がメインメモリ102にロードされたプログラムを実行し、図1に示される各ハードウェアと協働することによって実現される。もちろん機能ブロックの一部或いは全てが専用のハードウェアで実現されてもよい。

#### 【0035】

まず、データ作成部301では、図2のUI上のボタン201で選択されたデバイスからRGB画像を読み込む。ここで、選択されたデバイスがモニタ110の場合には、HDD104に蓄積されたRGB画像ファイルを選択する旨の指示を表示して、ユーザが画像を選択させる。選択デバイスがスキャナ107の場合にはスキャナ107よりRGB画像をスキャンする。

20

#### 【0036】

次に、図2のUI上のボタン203で選択された入力プロファイル306をHDD104より読み込み、当該入力プロファイル306に基づき取得した画像に対してRGBXYZ変換を行う。入力プロファイル306はデバイス依存色(RGB)からデバイス独立色(XYZ)の変換特性が記述されたファイルである。変換特性は例えば、RGBからXYZへの $+3 \times 3$ 変換マトリクス、あるいは変換ルックアップテーブル(LUT: Look Up Table)として記述される。なお、本実施形態では変換LUTを使用するものとする。図9は変換LUTを例示した図である。図9の変換LUTには均等格子点に並んだRGB値とXYZ値との対応関係が記述されている。本実施形態に係る構成は、この対応関係に基づいて四面体補間することでRGBXYZ変換を行う。

30

#### 【0037】

次に、順変換部302にて、観察条件パラメータ1(307)を設定し、色知覚モデル(CIECAM02)を用いてデバイス独立色から観察条件に依存しない知覚色(JCh)に変換する。このときに使用する色知覚モデルの変換式、および観察条件パラメータ1(307)の設定については後に詳述する。

#### 【0038】

次に、JCh色空間303を通して、逆変換部304にて、観察条件パラメータ2(308)を設定し、色知覚モデルを用いて知覚色からデバイス独立色に逆変換する。観察条件パラメータ2(308)の設定処理については後に詳述する。

40

#### 【0039】

次に、データ作成部305にて、データ作成部301と同様の処理で出力プロファイル309を用いてデバイス独立色からデバイス依存色へ変換を行った後、ボタン202で設定されたディスティネーションデバイスから画像を表示/印刷する。例えば図2のUI上のボタン202で選択されたデバイスがプリンタ106であった場合には、まずデバイス独立色(XYZ)からデバイス依存色(CMYK)への変換を行う。このときに用いる変換LUTは、CMYKXYZの関係から、例えば、反復法などを用いて探索することで

50

得られる。以上の処理によって得られたCMYK画像是メインメモリ102またはHDD104等の記憶装置に格納された後に、USBコントローラ105を介してプリンタ106に転送されて記録用紙に印刷される。

【0040】

(CIECAM02の変換処理)

次に、上記構成における画像処理に用いる色視覚モデル(CIECAM02)の変換処理について説明する。ここでは、CIECAM02順変換の全体の処理フローを色順応、錐体応答、心理値変換の3つの変換ブロックに分けて説明する。図13はCIECAM02の変換処理を示したブロック図である。

【0041】

[色順応]

色順応部1301では、まず、数式1で変換対象の画像に係るXYZ値を錐体の分光感度に変換する。ただし、数式1中の $M_{cat02}$ は数式2の行列である。

【0042】

[数式1]

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = M_{cat02} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

[数式2]

$$M_{cat02} = \begin{bmatrix} 0.7328 & 0.4296 & -0.1624 \\ -0.7036 & 1.6975 & 0.0061 \\ 0.0030 & 0.0136 & 0.9834 \end{bmatrix}$$

次に、次式で各錐体の信号を光源の白色点の値に基づいて正規化する。

$$R_c = [(Y_w D / R_w) + (1 - D)] R$$

$$G_c = [(Y_w D / G_w) + (1 - D)] G$$

$$B_c = [(Y_w D / B_w) + (1 - D)] B$$

ただし、順応係数Dは数式3で算出される。また、 $R_w$ 、 $G_w$ 、 $B_w$ は、原条件における白色のR、G、B値である。 $Y_w$ は図8のように原条件における白色の輝度成分である。

【0043】

[数式3]

$$D = F \left[ 1 - \left( \frac{1}{3.6} \right) e^{\left( \frac{-(L_a + 42)}{92} \right)} \right]$$

最後に数式4を用いて( $R_c$ 、 $G_c$ 、 $B_c$ )を観察環境下の光源に対応したXYZ値( $X'$ 、 $Y'$ 、 $Z'$ )に変換する。ただし、数式4中の $M_{cat02}^{-1}$ は数式5の行列である。また、図8のように、Fは順応度合いを表すファクタ、 $L_a$ は順応視野の輝度値をそれぞれ示している。

【0044】

[数式4]

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = M_{cat02}^{-1} \begin{bmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{bmatrix}$$

[数式5]

10

20

30

40

50



$$M_{cat02}^{-1} = \begin{bmatrix} 1.096124 & -0.278869 & 0.182745 \\ 0.454369 & 0.473533 & 0.072098 \\ -0.009628 & -0.005698 & 1.015326 \end{bmatrix}$$

[ 錐体応答 ]

錐体応答部 1 3 0 2 では、数式 6 で X' Y' Z' 値を錐体の分光感度 R' G' B' に変換する。

【 0 0 4 5 】

10

[ 数式 6 ]

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = M_{HPE} \begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix}$$

ただし、数式 7 中の  $M_{HPE}$  は数式 7 の行列である。

【 0 0 4 6 】

[ 数式 7 ]

$$M_{HPE} = \begin{bmatrix} 0.38971 & 0.68898 & -0.07868 \\ -0.22981 & 1.18340 & 0.04641 \\ 0.00000 & 0.00000 & 1.00000 \end{bmatrix}$$

20

そして、数式 8 乃至 10 で、錐体の分光感度 R' G' B' を、目に入る光量の強度に応じた順応後の錐体応答値  $R_a' G_a' B_a'$  に変換する。

【 0 0 4 7 】

[ 数式 8 ]

$$R_a' = \frac{400(F_L R'/100)^{0.42}}{27.13 + (F_L R'/100)^{0.42}} + 0.1$$

30

[ 数式 9 ]

$$G_a' = \frac{400(F_L G'/100)^{0.42}}{27.13 + (F_L G'/100)^{0.42}} + 0.1$$

[ 数式 10 ]

$$B_a' = \frac{400(F_L B'/100)^{0.42}}{27.13 + (F_L B'/100)^{0.42}} + 0.1$$

ただし、輝度順応ファクタである、 $k$ 、 $F_L$  は以下の通りである。

40

$$k = 1 / (5 L a + 1)$$

$$F_L = 0.2 k^4 (5 L a) + 0.1 (1 - k^4)^2 (5 L a)^{1/3}$$

[ 心理値変換 ]

心理値変換部 1 3 0 3 では、まず、以下の式を用いて錐体応答値を、視覚野での無彩色応答の信号値  $A$  と反対色応答の信号値  $a$ 、 $b$  に変換する。

$$A = [2 R_a' + G_a' + (1/2 0) B_a' - 0.3 0 5] N b b$$

$$a = R_a' - 1.2 G_a' / 1.1 + B_a' / 1.1$$

$$b = (1/9)(R_a' + G_a' - 2 B_a')$$

ただし、 $a$  は赤緑反対色応答、 $b$  は黄青反対色応答である。また、 $N b b$  は次式で表される背景誘導ファクタである。

50

$$N_{bb} = N_{cb} = 0.725 (1/n)^{0.2}$$

次に、信号値 A、a、b を以下の式を用いて知覚明度 J 値、知覚彩度 C 値、知覚色相 h 値に変換する。

$$J = 100 (A/A_w)^{c^z}$$

[数式 1 1]

$$C = t^{0.9} \sqrt{J/100} (1.64 - 0.29^n)^{0.73}$$

$$h = \tan^{-1}(b/a)$$

ただし、 $A_w$  は原条件における白色の無彩色応答である。また、図 8 のように、 $N_c$  は色誘導ファクタ、 $c$  は周辺の影響を表す係数である。また、 $z$  は次式で表される非線形変換の指数である。

【0048】

[数式 1 2]

$$z = 1.48 + \sqrt{n}$$

ただし、 $n$  は次式で表される輝度順応ファクタである。

$$n = Y_b/Y_w$$

また、 $t$  は次式で表される。

【0049】

[数式 1 3]

$$t = \frac{(50000/13)N_c N_{cb} e^i (a^2 + b^2)^{1/2}}{Ra' + Ga' + (21/20)Ba'}$$

ただし、 $e^i$  は次式で表される。

【0050】

[数式 1 4]

$$e^i = \frac{1}{4} \left[ \cos \left( h \frac{\pi}{180} + 2 \right) + 3.8 \right]$$

なお、CIECAM02 逆変換部では観察環境により観察条件パラメータを設定し、順変換の工程で新たに無彩色応答  $A_w$  を計算し、この  $A_w$  と J C h 値、かかる係数から順変換部の逆の処理を行うことで、XYZ 値への変換が行われる。

【0051】

(パラメータ設定処理)

次に、色知覚モデルの観察条件パラメータの設定処理について図 4 を参照して説明する。図 4 は観察条件パラメータの設定処理の流れを示したフローチャートである。ここでは、ソースデバイスについての観察条件パラメータ 1 (307) と、ディスティネーションデバイスについての観察条件パラメータ 2 (308) を算出して、それぞれ順変換部 302、逆変換部 304 に設定する処理を行う。以下、観察条件パラメータ 1 (307) の算出、設定の後、観察条件パラメータ 2 (308) の算出、設定を行う場合について述べる。

【0052】

まず、ステップ S401 において、観察条件パラメータ 1 (307) と観察条件パラメータ 2 (308) に設定するパラメータを初期化する。初期化に用いるパラメータは図 8 に示す CIECAM02 で推奨するパラメータを設定する。

【0053】

次に、ステップ S402 において、変換対象の画像の輝度分布を示すヒストグラムを作

成する。ヒストグラムの作成は図 5 を用いて後に詳述する。

【 0 0 5 4 】

次に、ステップ S 4 0 3 において、ステップ S 4 0 2 で作成したヒストグラムから観察条件パラメータを算出する。観察条件パラメータの算出処理は図 6 を用いて後に詳細に説明する。

【 0 0 5 5 】

次に、ステップ S 4 0 4 において、ステップ S 4 0 3 で算出した観察条件パラメータを観察条件パラメータ 1 ( 3 0 7 ) に設定する。

【 0 0 5 6 】

次に、ステップ S 4 0 5 において、S 4 0 2、S 4 0 3 と同様の処理を用いて観察条件パラメータを観察条件パラメータ 2 ( 3 0 8 ) に設定する。 10

【 0 0 5 7 】

( ヒストグラム作成処理 )

次に、図 4 のステップ S 4 0 2 で実行するヒストグラムの作成処理について、図 5 を用いて説明する。図 5 はヒストグラム作成処理の流れを示したフローチャートである。

【 0 0 5 8 】

まず、ステップ S 5 0 1 において、観察条件パラメータ 1 ( 3 0 7 ) を設定する場合は入力プロファイル 3 0 6 を、観察条件パラメータ 2 ( 3 0 8 ) を設定する場合は出力プロファイル 3 0 9 を、それぞれ HDD 1 0 4 から読み込む。

【 0 0 5 9 】

次に、ステップ S 5 0 2 において、HDD 1 0 4 の画像バッファから変換対象の画像データを 1 画素分ずつ取り出す。 20

【 0 0 6 0 】

次に、ステップ S 5 0 3 において、ステップ S 5 0 1 で読み込んだプロファイルを用いて画像データの RGB 値を XYZ 値に変換し、この Y 値を当該画素の輝度とする。この変換は、例えば、LUT の参照やマトリクス演算によって行う。

【 0 0 6 1 】

次に、ステップ S 5 0 4 において、ヒストグラム保持部 ( 不図示 ) に格納されているヒストグラムを更新する。ただし、ヒストグラム保持部は、例えば、HDD 1 0 4 等の所定の記憶装置に設定される。ヒストグラム保持部は、上記計算した輝度 Y のヒストグラム HistY を保持している。初期状態ではすべて 0 である。ヒストグラムは下記の式に従って更新する。 30

$$\text{HistY}[Y] = \text{HistY}[Y] + 1$$

ステップ S 5 0 5 において、ステップ S 5 0 2 乃至 S 5 0 4 の処理を全画素について終了したか否かを判定する。終了している場合 ( ステップ S 5 0 5 で YES ) はヒストグラム作成処理を終了し、図 4 のステップ S 4 0 3 へ進む。終了していない場合 ( ステップ S 5 0 5 で NO ) はステップ S 5 0 2 に戻り更に処理を継続する。

【 0 0 6 2 】

図 7 はステップ S 5 0 1 乃至 S 5 0 5 の処理によって作成される、輝度 Y のヒストグラム HistY を例示的に示した図である。図 7 において、横軸は輝度 Y の値、縦軸は対応する輝度を有する画素の度数 ( 出現頻度 ) を示している。 40

【 0 0 6 3 】

( 観察条件パラメータ算出処理 )

次に、ヒストグラムから観察条件パラメータを算出する処理について、図 6 を用いて説明する。図 6 は、図 4 のステップ S 4 0 3 において実行する観察条件パラメータ算出処理の流れを詳細に示したフローチャートである。

【 0 0 6 4 】

まず、ステップ S 6 0 1 において、作成したヒストグラムから順応輝度値 AdpY を求める。順応輝度値 AdpY は、所定の値以上の輝度値 Y であって、ヒストグラム HistY において出現頻度の最も高いものである。例えば、ヒストグラム HistY の輝度値の値が高い上位 5 % 50

の領域における、出現頻度の最も高い輝度値 Y を順応輝度値 AdpY とする。

【 0 0 6 5 】

次に、ステップ S 6 0 2 において、順応輝度値 AdpY から観察条件パラメータを算出する。本実施形態では、図 4 のステップ S 4 0 1 で初期化されている観察条件パラメータの中で順応視野の輝度と白色三刺激値についてパラメータの更新を行う。順応視野の輝度のパラメータは順応輝度値 AdpY に基づいて算出する。例えば、順応輝度値 AdpY の 2 0 % の値とする。白色三刺激値  $X_w Y_w Z_w$  は  $Y_w$  が順応輝度値 AdpY と同値になるようにスケールングを行い算出する。

【 0 0 6 6 】

以上のように、本実施形態に係る構成においては、変換に係る画像における輝度分布（ヒストグラム）を調べ、当該分布に基づいて観察条件パラメータ（色知覚モデルの順応視野の輝度と白色三刺激値のパラメータ値等）を算出する。これにより、人間が視覚順応している状態をより実際に則して表現し、よりアピアランスとして一致する変換を行うことができる。つまり、人間が視覚順応している状態に即して色の変換を行うことができる。

10

【 0 0 6 7 】

<< 第 2 実施形態 >>

（ヒストグラムの作成処理）

第 1 実施形態における図 5 のヒストグラムの作成処理において、演算コストを低減するために次のような構成にすることができる。

【 0 0 6 8 】

例えば、S 5 0 2 で画像バッファから画像データを取得する際に、変換に係る画像のサイズが所定値以上の場合は画素を間引いてサンプリングするようにしてもよい。例えば変換に係る画像のサイズが 3 0 0 万画素値以上の場合は 1 0 分の 1 の 3 0 万画素値に間引くようにしてもよい。これにより演算のコストを低減することができる。

20

【 0 0 6 9 】

また、S 5 0 3 で輝度値 Y の計算において、プロファイルを用いずに近似式を用いて演算コストを低減することができる。例えば、下記の式のように近似的に算出することができる。

$$Y = (3 \times R + 6 \times G + 1 \times B) / 10。$$

【 0 0 7 0 】

<< 第 3 実施形態 >>

（順応輝度値 AdpY の算出処理）

第 1 実施形態では、S 6 0 1 において、順応輝度値 AdpY として、ヒストグラム上側 5 % において出現頻度の最も高い輝度値 Y を用いる例を挙げたが、これに限られるわけではない。例えば、ヒストグラムの最大輝度値、ヒストグラム上側 5 % における平均輝度値等にしてもよい。また、ヒストグラム分布に応じて閾値を設けて、閾値以下のヒストグラム上側 1 % における平均輝度値または最大輝度値を順応輝度値 AdpY とするように構成してもよい。用途や目的に応じて順応輝度値 AdpY の算出を適切に選択することで、人間が視覚順応している状態により即した色の変換を行うことができる。

30

【 0 0 7 1 】

<< 第 4 実施形態 >>

第 1 乃至第 3 実施形態に係る構成においては、画像を構成する画素毎の、順応視野の輝度値の分布（ヒストグラム）に基づいて観察条件パラメータを算出したが、これに限られない。本実施形態では、画像を構成する画素毎の、順応白色点の三刺激値（R、G、B）の分布（ヒストグラム）に基づいて観察条件パラメータを算出する。

40

【 0 0 7 2 】

そこで、第 1 実施形態の構成と相違する、図 4 の S 4 0 2 におけるヒストグラムの作成処理と、図 4 の S 4 0 3 におけるヒストグラムから観察条件パラメータを算出する処理について説明する。特に言及しない限り、他の構成要素は第 1 乃至第 3 実施形態に係る構成と同様である。

50

## 【 0 0 7 3 】

( ヒストグラムの作成処理 )

図 4 の S 4 0 2 におけるヒストグラムの作成処理の変更点について図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 は本実施形態におけるヒストグラム作成処理の流れを示したフローチャートである。

## 【 0 0 7 4 】

まず、ステップ S 1 0 0 1 において、HDD 1 0 4 より観察条件パラメータ 1 ( 3 0 7 ) を設定する場合は入力プロファイル 3 0 6 を、観察条件パラメータ 2 ( 3 0 8 ) を設定する場合は出力プロファイル 3 0 9 を読み込む。

## 【 0 0 7 5 】

次に、ステップ S 1 0 0 2 において、HDD 1 0 4 の画像バッファから変換する画像データを 1 画素分ずつ取り出す。

## 【 0 0 7 6 】

次に、ステップ S 1 0 0 3 において、ヒストグラム保持部 ( 不図示 ) に格納されているヒストグラムを更新する。ヒストグラム保持部は、画素毎の、順応白色点の三刺激値 ( R 、 G 、 B ) のヒストグラム HistR[ R ]、HistG[ G ]、HistB[ B ] を保持している。初期状態はすべて 0 である。ヒストグラムの更新は下記の式に従う。

$$\text{HistR}[ R ] = \text{HistR}[ R ] + R$$

$$\text{HistG}[ G ] = \text{HistG}[ G ] + G$$

$$\text{HistB}[ B ] = \text{HistB}[ B ] + B。$$

## 【 0 0 7 7 】

次に、ステップ S 1 0 0 4 において、ステップ S 1 0 0 2 、 S 1 0 0 3 の処理を全画素について終了したか否かを判定する。終了している場合 ( ステップ S 1 0 0 4 で YES ) はヒストグラム作成処理を終了し、図 4 のステップ S 4 0 3 へ進む。終了していない場合 ( ステップ S 1 0 0 4 で NO ) はステップ S 1 0 0 2 へ戻り更に処理を継続する。

## 【 0 0 7 8 】

図 1 2 はステップ S 1 0 0 1 乃至 S 1 0 0 4 の処理によって作成される、R G B のヒストグラム HistR[ R ]、HistG[ G ]、HistB[ B ] を例示的に示した図である。図 1 2 において、( a ) はヒストグラム HistR[ R ]、( b ) はヒストグラム HistG[ G ]、( c ) はヒストグラム HistB[ B ] をそれぞれ例示している。図 1 2 の ( a ) ( b ) ( c ) それぞれについて、横軸は順応白色点の刺激値、縦軸は対応する刺激値を有する画素の度数 ( 出現頻度 ) を示している。

## 【 0 0 7 9 】

( 観察条件パラメータ算出処理 )

次に、上記作成したヒストグラムから観察条件パラメータを算出する処理について図 1 1 を用いて説明する。これは、図 4 の S 4 0 3 の変更された処理内容、即ち、本実施形態における観察条件パラメータ算出処理の流れを示したフローチャートである。

## 【 0 0 8 0 】

まず、ステップ S 1 1 0 1 において、作成したヒストグラムから順応白色画素値 Adp R G B を求める。順応白色画素値 Adp R G B は、刺激値が所定の値以上の領域におけるヒストグラムの分布から求めることができる。例えば、所定の値以上の刺激値であってヒストグラムにおいて出現頻度の最も高いもの、或いは、ヒストグラムの、刺激値が所定の値以上の領域における刺激値の平均値とすることができる。前者の一例としては、ヒストグラム HistR[ R ]、HistG[ G ]、HistB[ B ] のそれぞれについて、刺激値の値が高い上位 5 % の領域における、出現頻度の最も高い刺激値 R 、 G 、 B を順応白色画素値 Adp R G B とすることができる。後者の一例としては、ヒストグラム HistR[ R ]、HistG[ G ]、HistB[ B ] のそれぞれについて、刺激値の値が高い上位 5 % の領域における、刺激値の平均値とすることができる。

## 【 0 0 8 1 】

次に、ステップ S 1 1 0 2 において、ステップ S 1 0 0 1 で読み込んだプロファイルを

10

20

30

40

50

用いて、順応白色画素値AdpR G Bから順応白色点の三刺激値AdpX wY wZ wを算出する。この変換は、例えば、LUTの参照やマトリックス演算によって行う。以上の処理で算出した順応白色点の三刺激値を観察条件パラメータの白色三刺激値X wY wZ wに設定し、色知覚モデルCIECAM02の変換を行う。

【0082】

以上のように、本実施形態に係る構成においては変換に係る画像における三刺激値のヒストグラムを作成し、当該ヒストグラムに基づいて観察条件パラメータを算出する。これにより、人間が視覚順応している状態をより実際に則して表現し、よりアピアランスとして一致する変換を行うことができる。つまり、人間が視覚順応している状態に即して色の変換を行うことができる。

10

【0083】

<<その他の実施形態>>

以上、本発明の実施形態例について詳述したが、本発明は、例えば、システム、装置、方法、プログラムもしくは記憶媒体等としての実施態様を取ることが可能である。具体的には、複数の機器から構成されるシステムに適用しても良いし、また、一つの機器からなる装置に適用しても良い。

【0084】

尚、本発明は、前述した実施形態の機能を実現するプログラムを、システムあるいは装置に直接あるいは遠隔から供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される場合を含む。

20

【0085】

従って、本発明の機能処理をコンピュータで実現するために、該コンピュータにインストールされるプログラムコード自体も本発明の技術的範囲に含まれる。つまり、本発明は、本発明の機能処理を実現するためのコンピュータプログラム自体も含む。

【0086】

その場合、プログラムの機能を有していれば、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、OSに供給するスクリプトデータ等の形態であっても良い。

【0087】

プログラムを供給するための記録媒体としては、例えば、次のものが含まれる。即ち、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、MO、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM、DVD（DVD-ROM、DVD-R）等が含まれる。

30

【0088】

その他、プログラムの供給形態としては、次のようなものも考えられる。即ち、クライアント装置のブラウザを用いてインターネットのホームページに接続し、該ホームページから本発明に係るコンピュータプログラム、或いは、圧縮され自動インストール機能を含むファイルをHD等の記録媒体にダウンロードする形態も考えられる。また、本発明のプログラムを構成するプログラムコードを複数のファイルに分割し、それぞれのファイルを異なるホームページからダウンロードすることによっても実現可能である。つまり、本発明の機能処理をコンピュータで実現するためのプログラムファイルを複数のユーザに対してダウンロードさせるWWWサーバも、本発明に含まれるものである。

40

【0089】

また、次のような供給形態も考えられる。即ち、まず、本発明に係るプログラムを暗号化してCD-ROM等の記憶媒体に格納してユーザに配布する。そして、所定の条件をクリアしたユーザに対し、インターネットを介してホームページから暗号化を解く鍵情報をダウンロードさせ、その鍵情報の使用により暗号化されたプログラムを実行してコンピュータにインストールさせて本発明に係る構成を実現する。このような供給形態も可能である。

【0090】

また、コンピュータが、読み出したプログラムを実行することによって、前述した実施

50

形態の機能が実現される他次のような実現形態も想定される。即ち、そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどが、実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によっても前述した実施形態の機能が実現され得る。

【0091】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボ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き込まれた後、そのプログラムの指示に基づいても前述した実施形態の機能が実現される。即ち、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によっても前述した実施形態の機能が実現される。

【図面の簡単な説明】

10

【0092】

【図1】画像処理装置の構成を示したブロック図である。

【図2】ユーザが初期設定のために用いるユーザインタフェースを模式的に示した図である。

【図3】画像処理アプリケーションが実行する画像変換処理を示すブロック図である。

【図4】観察条件パラメータの設定処理の流れを示したフローチャートである。

【図5】ヒストグラム作成処理の流れを示したフローチャートである。

【図6】観察条件パラメータ算出処理の流れを詳細に示したフローチャートである。

【図7】輝度YのヒストグラムHistYを例示的に示した図である。

【図8】色知覚モデルCIECAM02の観察条件パラメータを例示的に示した図である

20

。 【図9】変換LUTを例示した図である。

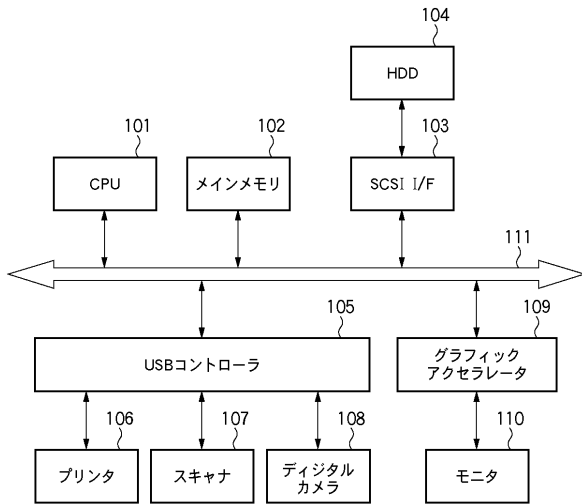
【図10】ヒストグラム作成処理の流れを示したフローチャートである。

【図11】第4実施形態における観察条件パラメータ算出処理の流れを示したフローチャートである。

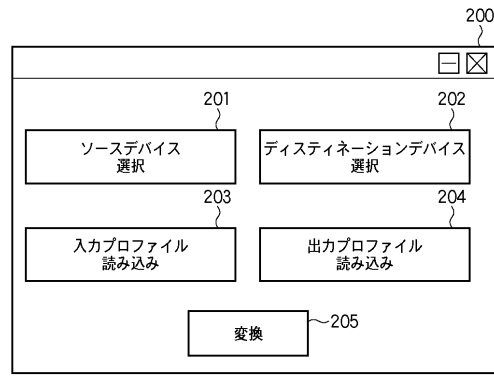
【図12】RGBのヒストグラムHistR[R]、HistG[G]、HistB[B]を例示的に示した図である。

【図13】CIECAM02の変換処理を示したブロック図である。

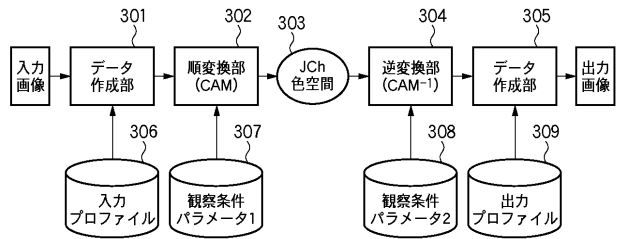
【 図 1 】



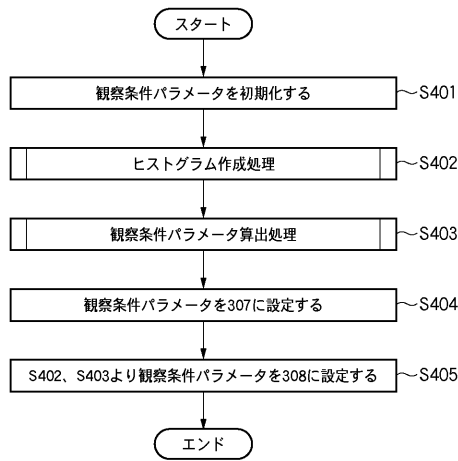
【 図 2 】



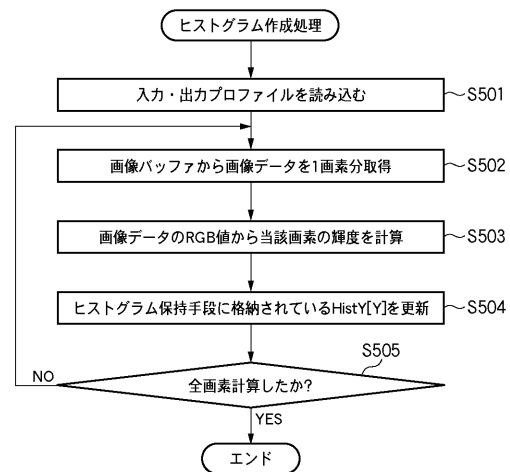
【 図 3 】



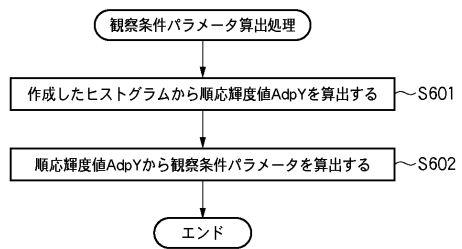
【 図 4 】



【 図 5 】

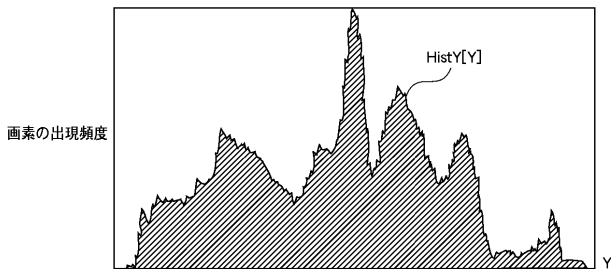


【 図 6 】





【 図 7 】



【 図 8 】

パラメータ	名称	使用する値
XwYzWz	白色三刺激値	原条件における白色の三刺激値[cd/m <sup>2</sup> ]
La	順応視野の輝度値	順応視野に置かれた白色輝度の20%を用いる[cd/m <sup>2</sup> ]
Yb	背景の相対輝度値	平均的な明るさを想定し、白色輝度の20%を用いる[cd/m <sup>2</sup> ]
c	周辺の影響を表す係数	
Nc	色調整ファクタ	
F	順応度合いを表すファクタ	

周辺の条件	c	Nc	F
average	0.69	1.0	1.0
dim	0.59	0.9	0.9
dark	0.525	0.8	0.8

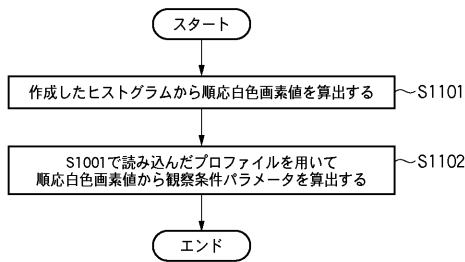
average : 平均的な周辺 (周辺の相対輝度が対象シーンの中の白色の20%以上)  
 dim : 暗い周辺 (周辺の相対輝度が対象シーンの中の白色の20%以下)  
 average : 暗黒周辺 (周辺の相対輝度が対象シーンの中の白色の約0%)

【 図 9 】

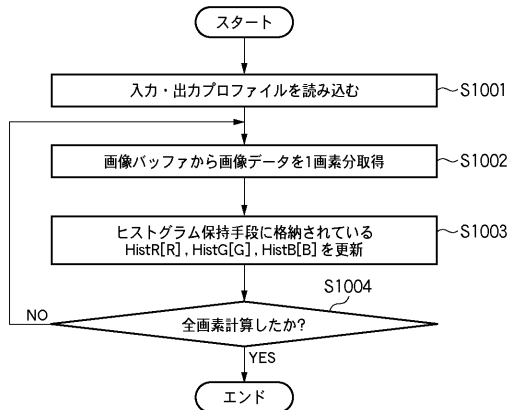
729 (格子点の数)

R	G	B	X	Y	Z
0	0	0	0.52	0.55	0.59
0	0	32	0.88	0.95	0.98
0	0	64	5.59	6.12	7.12
0	0	96	8.88	9.25	11.2
0	0	128	9.61	10.5	12.3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
255	255	224	116	120	112
255	255	255	122	123	142

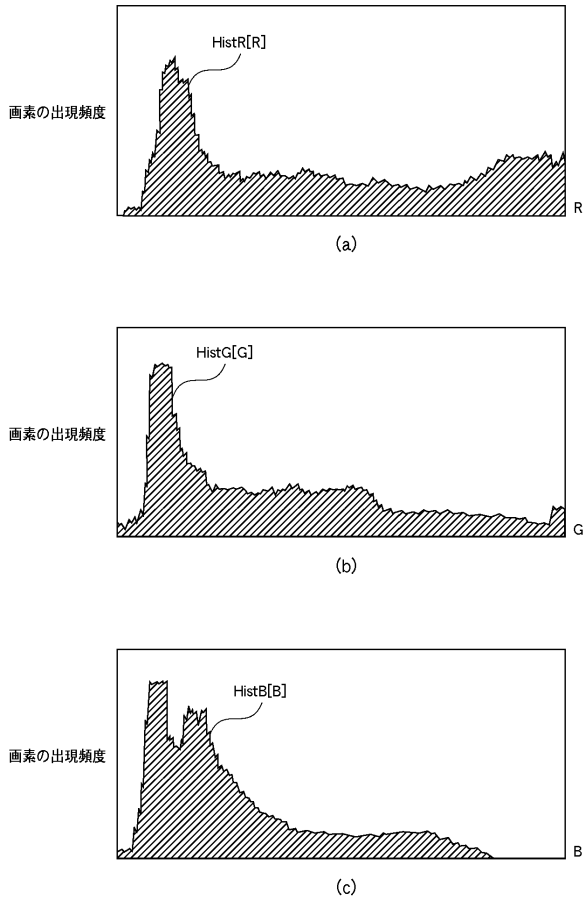
【 図 1 1 】



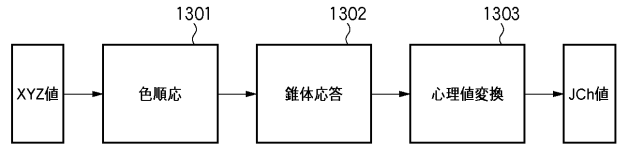
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 6 F 3/12

L

Fターム(参考) 5B057 AA11 AA20 BA02 BA29 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08  
CB12 CB16 CC01 CE17 CE18  
5C077 LL19 MP08 PP32 PP33 PP36 PP37 PP44 PP46 PQ19 PQ22  
PQ23 SS01 SS02 SS06 TT02 TT06  
5C079 HB01 HB03 HB05 HB08 HB12 LA02 LA23 LB02 MA02 MA04  
MA11 MA17 NA02 NA03 PA02 PA03 PA05  
5C082 AA32 BA12 BA34 BA35 CA12 CA81 DA86 DA89 MM10