

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6718256号
(P6718256)

(45) 発行日 令和2年7月8日 (2020. 7. 8)

(24) 登録日 令和2年6月16日 (2020. 6. 16)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4 N 5/232 (2006. 01)	HO 4 N 5/232 2 9 0
HO 4 N 5/243 (2006. 01)	HO 4 N 5/243
GO 3 B 15/05 (2006. 01)	GO 3 B 15/05
GO 3 B 15/00 (2006. 01)	GO 3 B 15/00 Q
GO 3 B 15/03 (2006. 01)	GO 3 B 15/03 Z

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-36313 (P2016-36313)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年2月26日 (2016. 2. 26)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-153045 (P2017-153045A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成29年8月31日 (2017. 8. 31)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成31年2月21日 (2019. 2. 21)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、撮像装置およびそれらの制御方法ならびにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の光源の発光を伴って撮影された画像を取得する取得手段と、
前記所定の光源の特性に基づいて、前記画像に適用する仮想光源を設定する設定手段と

、
前記仮想光源によって前記画像に含まれる複数の被写体の少なくともいずれかの陰影状態を変更した画像を生成する生成手段と、を備え、

前記設定手段は、前記画像に含まれる、第1の被写体と第2の被写体とが前記所定の光源から異なる距離に存在する場合に、前記所定の光源による前記第1の被写体における陰影状態の変化と前記所定の光源による前記第2の被写体における陰影状態の変化との差を低減するように、前記仮想光源を設定し、更に、前記設定手段は、前記第1の被写体における前記仮想光源による陰影状態の変化が前記差を低減するように、前記仮想光源を設定し、

前記第1の被写体における前記仮想光源による陰影状態の変化は、前記第1の被写体における前記仮想光源の反射成分であり、

前記生成手段は、前記第1の被写体の陰影状態を変更した画像を生成する、
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記設定手段は、前記第1の被写体における前記仮想光源による陰影状態の変化が、前記所定の光源から前記第1の被写体までの距離と前記所定の光源から前記第2の被写体ま

での距離との差分に応じて変化するように、前記仮想光源を設定する、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記設定手段は、前記第 1 の被写体における前記仮想光源による陰影状態の変化が、前記第 1 の被写体における前記所定の光源による光の強度と前記第 2 の被写体における前記所定の光源による光の強度との差分に応じて変化するように、前記仮想光源を設定する、
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記設定手段は、前記第 1 の被写体における前記仮想光源による陰影状態の変化が、前記画像を撮影した際の絞りの状態に応じて変化するように、前記仮想光源を設定する、
ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記画像は、前記第 2 の被写体を基準として明るさを調整して撮影された画像であり、
前記生成手段は、前記所定の光源から前記第 1 の被写体までの距離が前記所定の光源から前記第 2 の被写体までの距離より近い場合、前記第 1 の被写体の飽和していない信号に基づいて、陰影状態を変更した画像を生成する、
ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記第 2 の被写体は主被写体であり、前記第 1 の被写体は、前記主被写体と異なる被写体である、
ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 7】

前記所定の光源はストロボであり、前記所定の光源の特性は、光源の色に関する特性を含む、
ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

撮像した画像を出力する撮像素子と、
請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置と、を備える、
ことを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

撮影する際に発光する、前記所定の光源である発光装置を更に備える、
ことを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

30

【請求項 10】

取得手段が、所定の光源の発光を伴って撮影された画像を取得する取得工程と、
設定手段が、前記所定の光源の特性に基づいて、前記画像に適用する仮想光源を設定する設定工程と、
生成手段が、前記仮想光源によって前記画像に含まれる複数の被写体の少なくともいずれかの陰影状態を変更した画像を生成する生成工程と、を備え、

前記設定工程では、前記画像に含まれる、第 1 の被写体と第 2 の被写体とが前記所定の光源から異なる距離に存在する場合に、前記所定の光源による前記第 1 の被写体における陰影状態の変化と前記所定の光源による前記第 2 の被写体における陰影状態の変化との差を低減するように、前記仮想光源を設定し、

40

更に、前記設定工程では、前記第 1 の被写体における前記仮想光源による陰影状態の変化が前記差を低減するように、前記仮想光源を設定し、

前記第 1 の被写体における前記仮想光源による陰影状態の変化は、前記第 1 の被写体における前記仮想光源の反射成分であり、

前記生成工程では、前記第 1 の被写体の陰影状態を変更した画像を生成する、
ことを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 11】

コンピュータに、請求項 10 に記載の画像処理装置の制御方法の各工程を実行させるた

50

めのプログラム。

【請求項 1 2】

撮像素子と発光装置とを備える撮像装置の制御方法であって、
撮像素子が、前記発光装置の発光を伴って画像を撮影する撮影工程と、
設定手段が、前記発光装置の特性に基づいて、前記画像に適用する仮想光源を設定する設定工程と、

生成手段が、前記仮想光源によって前記画像に含まれる複数の被写体の少なくともいずれかの陰影状態を変更した画像を生成する生成工程と、を備え、

前記設定工程では、前記画像に含まれる、第 1 の被写体と第 2 の被写体とが前記発光装置から異なる距離に存在する場合に、前記発光装置による前記第 1 の被写体における陰影状態の変化と前記発光装置による前記第 2 の被写体における陰影状態の変化との差を低減するように、前記仮想光源を設定し、

更に、前記設定工程では、前記第 1 の被写体における前記仮想光源による陰影状態の変化が前記差を低減するように、前記仮想光源を設定し、

前記第 1 の被写体における前記仮想光源による陰影状態の変化は、前記第 1 の被写体における前記仮想光源の反射成分であり、

前記生成工程では、前記第 1 の被写体の陰影状態を変更した画像を生成する、

ことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 1 3】

コンピュータに、請求項 1 2 に記載の撮像装置の制御方法の各工程を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、撮像装置およびそれらの制御方法ならびにプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、被写体を撮影する際に光源の光量が不足する場合、撮影した画像が暗くなる。このため、暗くなる画像をより明るくするために、例えばストロボ等の照明装置を用いて被写体に光を照射し、十分な光量を確保したうえで撮影する方法が知られている。

【0003】

しかし、照明装置から被写体までの距離が被写体ごとに異なる場合、被写体ごとに照射される光量が異なるため、被写体によっては照射される光量が適切でない場合がある。例えば、主被写体に照射される光量が適切となるように照明装置から光を照射する場合、主被写体より照明装置に近い被写体では光量が過剰となり白飛びが発生する可能性がある。一方、主被写体より照明装置から遠い被写体では光量が不足し黒潰れが発生する可能性がある。

【0004】

このような課題に対して、特許文献 1 は、照明装置からの距離が異なる被写体の明るさを調整するため、照明装置から被写体までの距離情報に応じて被写体に異なるゲインをかけることにより、明るさを調整する技術を提案している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2012 - 165171 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 で提案された技術では、画像処理によってゲインをかける（

10

20

30

40

50

すなわち信号を増幅する)ためノイズも増幅されてしまう。また、光源の特性が考慮されていないため、被写体の明るさの差が軽減するだけで照明装置から照射される光による反射成分や光源色を再現することができず、結果的に不自然な画像となる場合がある。

【0007】

本発明は、上述の従来技術の問題点に鑑みてなされたものである。すなわち、発光させる光源からの距離が異なる複数の被写体を撮影した画像に、光源の特性を反映した陰影の調整を行うことが可能な画像処理装置、撮像装置およびそれらの制御方法ならびにプログラム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】

【0008】

この課題を解決するため、例えば本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、所定の光源の発光を伴って撮影された画像を取得する取得手段と、所定の光源の特性に基づいて、画像に適用する仮想光源を設定する設定手段と、仮想光源によって画像に含まれる複数の被写体の少なくともいずれかの陰影状態を変更した画像を生成する生成手段と、を備え、設定手段は、画像に含まれる、第1の被写体と第2の被写体とが所定の光源から異なる距離に存在する場合に、所定の光源による第1の被写体における陰影状態の変化と所定の光源による第2の被写体における陰影状態の変化との差を低減するように、仮想光源を設定し、更に、設定手段は、第1の被写体における仮想光源による陰影状態の変化が差を低減するように、仮想光源を設定し、第1の被写体における仮想光源による陰影状態の変化は、第1の被写体における仮想光源の反射成分であり、生成手段は、第1の被

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、発光させる光源からの距離が異なる複数の被写体を撮影した画像に、光源の特性を反映した陰影の調整を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る画像処理装置の一例としてのデジタルカメラの機能構成例を示すブロック図

【図2】本実施形態に係る画像処理部105の機能構成例を示すブロック図

【図3】本実施形態に係るリライティング処理部114の機能構成例を示すブロック図

【図4】本実施形態に係るリライティング処理の一連の動作を示すフローチャート

【図5】本実施形態に係る、カメラ撮影座標と、被写体の関係を説明する図

【図6】本実施形態に係る、被写体と主被写体とストロボとの位置関係を説明する図

【図7】本実施形態に係る、距離差分の絶対値 K とゲイン の特性の一例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0011】

(実施形態1)

以下、本発明の例示的な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下では画像処理装置の一例として、撮像可能な任意のデジタルカメラに本発明を適用した例を説明する。しかし、本発明は、デジタルカメラに限らず、撮像された画像を取得してリライティング処理を行うことが可能な任意の機器にも適用可能である。これらの機器には、例えば携帯電話機、ゲーム機、タブレット端末、パーソナルコンピュータ、時計型や眼鏡型の情報端末、監視システム、医療機器などが含まれてよい。

【0012】

(デジタルカメラ100の構成)

図1は、本実施形態の画像処理装置の一例としてデジタルカメラ100の機能構成例を示すブロック図である。なお、図1に示す機能ブロックの1つ以上は、ASICやプログラマブルロジックアレイ(PLA)などのハードウェアによって実現されてもよいし、CPUやMPU等のプログラマブルプロセッサがソフトウェアを実行することによって実現

10

20

30

40

50

されてもよい。また、ソフトウェアとハードウェアの組み合わせによって実現されてもよい。従って、以下の説明において、異なる機能ブロックが動作主体として記載されている場合であっても、同じハードウェアが主体として実現されうる。

【0013】

レンズ群101は、フォーカスレンズやズームレンズを含むレンズ群である。シャッター102は絞り機能を備え、レンズ群101と撮像部103との間に設けられている。撮像部103は、レンズ群101によって撮像面に形成される光学像を2次元状に配列された画素で光電変換し、画素単位の電気信号に出力する撮像素子を有する。撮像素子は、CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサであってよい。A/D変換部104は、撮像部103が出力するアナログ信号をデジタル信号(画像データ)に変換する。

10

【0014】

画像処理部105は、A/D変換部104から出力される画像データに対し、後述する各種画像処理を行う。画像メモリ106は揮発性の半導体メモリを含み、A/D変換部104や画像処理部105から出力された画像データを一時的に記憶する。

【0015】

メモリ制御部107は、画像処理部105や顔検出部113による画像メモリ106の読み書きを制御する。D/A変換部108は、メモリ制御部107から読み出したデジタルをアナログ信号に変換する回路又はモジュールを含む。表示部109は、LCDや有機ELディスプレイ等の表示装置を含み、デジタルカメラ100を操作するための各種GUI、ライブビュー画像、又は記録媒体112から読み出して再生される画像などを表示する。

20

【0016】

コーデック部110は、画像メモリ106に記憶されている画像データを記録媒体に記録するために予め定められた方法で符号化したり、画像ファイルに含まれる符号化画像データを例えば表示のために復号したりする。インタフェース(I/F)111は、例えば半導体メモリカードやカード型ハードディスクなどの着脱可能な記録媒体112を挿抜する機構を備え、デジタルカメラ100と機械的および電氣的に接続する。

【0017】

システム制御部50は、例えばCPUやMPUなどのプロセッサを含み、不揮発性メモリ121等に記録されたプログラムをシステムメモリ122に展開、実行して必要なブロックや回路を制御することにより、デジタルカメラ100の機能を実現する。

30

【0018】

顔検出部113は、撮影された画像に含まれる顔領域を検出し、検出された顔領域のそれぞれについて、位置、大きさ、信頼度などの顔情報を求める。なお、顔検出部113はニューラルネットワークに代表される学習を用いた手法や、目、鼻、口などの特徴部位を、画像領域からテンプレートマッチングにより探索し類似度が高い領域を顔とみなす手法など、任意の方法を用いることができる。

【0019】

リライティング処理部114は、撮影された画像データに対して後述するリライティング処理を行って被写体の陰影状態を変更した画像を出力する。操作部120は、ユーザがデジタルカメラ100に対する各種の指示を入力するためのボタンやスイッチなどの入力デバイスを含む。表示部109がタッチディスプレイである場合、タッチパネルは操作部120に含まれる。また、音声入力や視線入力など、非接触で指示を入力するタイプの入力デバイスが操作部120に含まれてもよい。

40

【0020】

不揮発性メモリ121は、電氣的に消去・記録可能な、例えばEEPROM等であってよい。不揮発性メモリ121は、例えば各種の設定値、GUIデータを記録するほか、システム制御部50がMPUやCPUである場合、システム制御部50が実行するためのプログラムを記録する。システムメモリ122は、システム制御部50の動作の定数や変数、不揮発性メモリ121から読み出したプログラム等を展開したデータを一時的に記憶

50

する。

【 0 0 2 1 】

ストロボ 1 2 3 は、ストロボなどの発光装置を含み、システム制御部 5 0 の指示に応じて撮影前や撮影時に発光する。測距センサ 1 2 4 は、被写体とデジタルカメラ 1 0 0 との距離を測定するセンサを含み、撮影画像の画素単位で得られる 2 次元の距離情報（被写体距離情報）を出力する。

【 0 0 2 2 】

（デジタルカメラ 1 0 0 における撮影時の基本動作）

次に、上記のように構成されたデジタルカメラ 1 0 0 における被写体撮影時の基本動作について説明する。

10

【 0 0 2 3 】

撮像部 1 0 3 は、シャッター 1 0 2 が開いている所定の時間内にレンズ群 1 0 1 が撮像面に形成する被写体像を撮像素子によって光電変換し、電荷を蓄積する。そして、撮像部 1 0 3 は蓄積された電荷を所定のタイミングで読み出してアナログ画像信号として A / D 変換部 1 0 4 へ出力する。A / D 変換部 1 0 4 は、撮像部 1 0 3 から出力されるアナログ画像信号をデジタル画像信号（画像データ）に変換し画像処理部 1 0 5 に出力する。

【 0 0 2 4 】

画像処理部 1 0 5 は、A / D 変換部 1 0 4 からの画像データ、又は、メモリ制御部 1 0 7 からの画像データに対し、例えば、同時化处理（色補間処理或いはデモザイク処理）、ガンマ（ ）補正などの画像処理を行う。また、画像処理部 1 0 5 では、撮影で得られた画像データを用いて輝度やコントラストなどに関する所定の演算処理を行い、得られた演算結果に基づいてシステム制御部 5 0 が焦点調節や露光制御を行う。焦点検出や露出制御に顔検出部 1 1 3 の検出結果を考慮してもよい。このように、本実施形態のデジタルカメラ 1 0 0 では、T T L（スルー・ザ・レンズ）方式の A F（オートフォーカス）処理、A E（自動露出）処理を行う。画像処理部 1 0 5 ではさらに、撮影で得られた画像データを用いたオートホワイトバランス（A W B）調整も行う。

20

【 0 0 2 5 】

画像処理部 1 0 5 から出力された画像データは、メモリ制御部 1 0 7 を介して画像メモリ 1 0 6 に書き込まれる。画像メモリ 1 0 6 は、撮像部 1 0 3 から出力された画像データや、表示部 1 0 9 に表示するための画像データを格納する。また、D / A 変換部 1 0 8 は、画像メモリ 1 0 6 に格納されている画像表示用のデータをアナログ信号に変換して表示部 1 0 9 に供給する。表示部 1 0 9 は、L C D 等の表示装置に、D / A 変換部 1 0 8 からのアナログ信号に応じた表示を行う。

30

【 0 0 2 6 】

コーデック部 1 1 0 は、例えば J P E G や M P E G などの規格に準拠した処理を行って、画像メモリ 1 0 6 に記録された画像データを符号化する。システム制御部 5 0 は、符号化された画像データに対して予め定められたヘッダなどを付与して画像ファイルを形成し、I / F 1 1 1 を介して記録媒体 1 1 2 に記録する。

【 0 0 2 7 】

なお、デジタルカメラ 1 0 0 は、撮影スタンバイ状態において動画撮影を行い、撮影された動画を表示部 1 0 9 に表示し続けることにより表示部 1 0 9 を電子ビューファインダ（E V F）として機能させることができる。この場合、システム制御部 5 0 は、シャッター 1 0 2 を開いた状態に制御し、撮像部 1 0 3 のいわゆる電子シャッターを用いて例えば 3 0 フレーム / 秒の撮影を行うように撮像部 1 0 3 を制御する。

40

【 0 0 2 8 】

また、システム制御部 5 0 は、操作部 1 2 0 に含まれるシャッターボタンが半押しされた場合に上述の A F、A E 制御を実行し、更にシャッターボタンが全押しされた場合、本撮影による記録用の静止画撮影を実行して画像データを記録媒体 1 1 2 に記録する。さらに、動画撮影ボタンなどにより動画撮影が指示された場合、記録媒体 1 1 2 への動画記録を開始する。

50

【 0 0 2 9 】

(画像処理部 1 0 5 の構成及び動作)

次に、画像処理部 1 0 5 の構成及び動作について、図 2 を参照して説明する。

【 0 0 3 0 】

図 2 において、2 0 0 は同時化処理部、2 0 1 は W B 増幅部、2 0 2 は輝度色信号生成部、2 0 3 は輪郭強調処理部、2 0 4 は輝度ガンマ処理部、2 0 5 は色変換処理部、2 0 6 は色ガンマ処理部、2 0 7 は色差信号生成部である。

【 0 0 3 1 】

画像処理部 1 0 5 には、A / D 変換部 1 0 4 から画像データが入力され、画像処理部 1 0 5 の各部による以下の処理が行われる。同時化処理部 2 0 0 は、A / D 変換部 1 0 4 から画像処理部 1 0 5 に入力されたペイヤー R G B の画像データに対して、同時化処理を行って、色信号 R、G、B を生成する。W B 増幅部 2 0 1 は、システム制御部 5 0 が算出するホワイトバランスゲイン値に基づいて、R G B の色信号にゲインをかけ、ホワイトバランスを調整する。W B 増幅部 2 0 1 によって出力された R G B 信号は輝度色信号生成部 2 0 2 に入力される。輝度色信号生成部 2 0 2 は R G B 信号から輝度信号 Y を生成して、生成した輝度信号 Y を輪郭強調処理部 2 0 3 に、生成した色信号 R G B を色変換処理部 2 0 5 にそれぞれ出力する。

【 0 0 3 2 】

輪郭強調処理部 2 0 3 は、輝度信号に対して輪郭強調処理を行い、輝度ガンマ処理部 2 0 4 へ出力する。輝度ガンマ処理部 2 0 4 は、例えば表示部 1 0 9 等の有する表示特性と整合させるために輝度信号 Y にガンマ補正を行って、補正後の輝度信号 Y を画像メモリ 1 0 6 に出力する。

【 0 0 3 3 】

色変換処理部 2 0 5 は、R G B 信号に対するマトリクス演算などにより、入力された R G B 信号を所望のカラーバランスへ変換する。色ガンマ処理部 2 0 6 は、例えば表示部 1 0 9 等の有する表示特性と整合させるため R G B の色信号にガンマ補正を行う。色差信号生成部 2 0 7 は、R G B 信号から色差信号 R - Y、B - Y 信号を生成する。画像メモリ 1 0 6 に出力された画像信号 Y、R - Y、B - Y 信号はコーデック部 1 1 0 によって圧縮符号化され、記録媒体 1 1 2 に記録される。

【 0 0 3 4 】

(リライティング処理部 1 1 4 の構成)

次に、リライティング処理部 1 1 4 の構成について、図 3 を参照して説明する。なお、リライティング処理は、リライティング処理の実行が指定された状態で撮影された画像や、メニュー画面等からリライティング処理の実行が指示された、例えば記録媒体 1 1 2 に記録済の画像に対して実施することができる。リライティング処理において撮影時の情報が必要な場合、不揮発性メモリ 1 2 1 またはシステムメモリ 1 2 2 から読み出したり、画像ファイルのヘッダなどから取得したりするものとする。

【 0 0 3 5 】

図 3 において、R G B 信号変換部 3 0 1 は、リライティングに係る演算を R G B 信号において処理するため、入力された輝度・色信号 (Y、R - Y、B - Y) を R G B 信号に変換する。デガンマ処理部 3 0 2 は、画像処理部 1 0 5 におけるガンマ処理によって特性の変更された信号をリニアな特性に戻すため、デガンマ処理を行う。反対に、ガンマ処理部 3 0 6 は、リライティング処理によって陰影状態を変更した R G B 信号に対してガンマ処理を行って再び信号特性を変更する。また、輝度色差信号変換部 3 0 7 は R G B 信号を再び輝度・色差信号 (Y、R - Y、B - Y) に戻してリライティング処理部 1 1 4 から出力する。

【 0 0 3 6 】

一方、法線算出部 3 0 3 は、測距センサ 1 2 4 から出力される被写体距離情報に基づいて被写体の表面形状における法線を算出する。なお、被写体の表面形状における法線を算出する方法は後述する。仮想光源反射成分算出部 3 0 4 は、仮想的に配置する擬似的な光

10

20

30

40

50

源（仮想光源ともいう）を設定すると共に、仮想光源による光が被写体の表面において反射する成分を算出する。仮想光源付加処理部 305 は、仮想光源を配置することによって生じる被写体上の反射成分を入力画像に付加して被写体の陰影状態を変更した画像（RGB 信号）を出力する。

【0037】

（リライティング処理に係る一連の動作）

次に、図 4 を参照して、リライティング処理に係る一連の動作を説明する。なお、本処理は、例えば操作部 120 に含まれるメニュー画面等において記録媒体 112 に記録された画像が選択された場合に開始される。また、本処理は、システム制御部 50 が不揮発性メモリ 121 に記憶されたプログラムをシステムメモリ 122 の作業用領域に展開、実行すると共に、リライティング処理部 114（内部の構成要素を含む）等の各部を制御することにより実現される。

【0038】

S401 では、システム制御部 50 は、操作部 120 に対するユーザからの操作によってリライティング処理が選択されているか否かを判定する。すなわち、システム制御部 50 は、リライティング処理部 114 による処理を行うか否かを判定する。システム制御部 50 は、例えば画像ファイルのヘッダ等のリライティング処理の実施を示すパラメータを参照し、リライティング処理を行うと判定した場合は S402 に処理を進める。一方、当該パラメータを参照してリライティング処理を行わないと判定した場合は、本処理を終了する。

【0039】

S402 では、システム制御部 50 は、撮影画像に含まれる主被写体を決定する。なお、本実施形態では、主被写体が人物の顔である場合を例に説明する。システム制御部 50 は、顔検出部 113 が公知の手法で検出した顔領域の位置や大きさの情報を取得する。システム制御部 50 は、人物の顔が複数ある場合、顔領域の位置や大きさに基づいて主被写体を決定する。例えば、顔の大きさが最も大きい人物を主被写体として選択してもよいし、画像の中心に最も近い人物を主被写体としてもよい。なお、主被写体は人物の顔でなくともよく、人体やその一部などでもよい。

【0040】

S403 では、システム制御部 50 は、主被写体の領域の明るさを解析して、ストロボ発光の有無を判定する。具体的に、システム制御部 50 は、主被写体の領域の明るさが所定の閾値より低く、適正な明るさに対して不足していると判定した場合、主被写体の明るさを適正な明るさにするためストロボ 123 を発光させる。システム制御部 50 は、ストロボ 123 を発光させると判定した場合、S404 へ処理を進め、ストロボを発光させないと判定した場合は本処理を終了する。

【0041】

S404 では、画像処理部 105 は、ストロボを発光した状態で撮影された画像データに対して前述した所定の画像処理を行う。画像処理部 105 から出力された輝度・色差信号（Y、R - Y、B - Y）からなる画像データは、メモリ制御部 107 を介して画像メモリ 106 に記憶される。

【0042】

S405 では、RGB 信号変換部 301 は、メモリ制御部 107 を介して画像メモリ 106 に記憶された輝度・色差信号（Y、R - Y、B - Y）を読み出して、RGB 信号に変換する。変換された RGB 信号は、デガンマ処理部 302 に出力される。

【0043】

S406 では、デガンマ処理部 302 は、画像処理部 105 のガンマ処理部で適用されたガンマ特性と逆の特性の演算を行ってリニアデータに変換する。デガンマ処理部 302 は、変換後の RGB 信号（R_t、G_t、B_t）を、仮想光源反射成分算出部 304 と仮想光源付加処理部 305 とにそれぞれ出力する。

【0044】

S 4 0 7では、法線算出部 3 0 3は、入力された R G B 信号を、測距センサ 1 2 4 から取得した被写体距離情報（すなわち撮影画像の画素単位で得られる 2 次元の距離情報）に基づいて法線マップを算出する。被写体距離情報に基づく法線マップの生成は、公知の技術を用いて行うことができるため詳細は省略するが、本実施形態における法線マップの概略について図 5 を参照して説明する。

【 0 0 4 5 】

図 5 は、撮影された画像上の水平座標と被写体の存在する 3 次元の座標との関係を示している。本実施形態では、被写体距離情報を用いることにより、画像上の水平方向の差分 H に対する、距離（奥行き）D の差分 ΔD が得られる。このため、法線算出部 3 0 3 は、この差分 H に対する距離の差分 ΔD に基づいて、被写体 5 0 1 の表面形状の勾配を算出することができる。そして、算出した勾配に対する法線を求めることにより、被写体の表面形状における法線ベクトル N を算出することができる。法線算出部 3 0 3 は、同様の処理により撮影画像の各画素に対応する法線を算出し、算出した法線を法線マップとして仮想光源反射成分算出部 3 0 4 に出力する。

【 0 0 4 6 】

S 4 0 8では、仮想光源反射成分算出部 3 0 4 は、仮想光源を設定して、被写体 6 0 1 における仮想光源による反射成分を算出する。具体的には、本ステップでは、ストロボ発光によって生じた被写体間の陰影状態の差を補うための仮想光源を設定する。換言すれば、設定する仮想光源は、ストロボ発光による主被写体 6 0 2 への影響度（例えば主被写体 6 0 2 の陰影状態の変化）と、ストロボ光による被写体 6 0 1 への影響度（例えば被写体 6 0 1 の陰影状態の変化）の差を低減させるものである。そして、算出される仮想光源の反射成分は、設定された仮想光源によって生じる被写体における陰影状態の変化を表すものであり、ストロボ発光によって生じた被写体間の陰影状態の差を低減する。

【 0 0 4 7 】

仮想光源による反射成分は、各被写体におけるストロボ強度がストロボと被写体との距離 K の二乗に反比例し、且つ、ストロボ光が被写体に照射するストロボ強度とストロボ光が主被写体に照射するストロボ強度との差分と、被写体表面における法線ベクトル N とストロボ光の光源方向ベクトル L の内積とに比例する特性を用いて算出される。

【 0 0 4 8 】

この仮想光源による反射成分の具体的な算出方法について、図 6 を参照して説明する。図 6 では、撮影時における、主被写体以外の被写体 6 0 1 と、主被写体 6 0 2 と、デジタルカメラ 1 0 0 及びストロボ 1 2 3 との位置の関係を示している。

【 0 0 4 9 】

仮想光源反射成分算出部 3 0 4 は、ストロボ 1 2 3 が被写体 6 0 1 に照射するストロボ強度 S_k を、ストロボ 1 2 3 と被写体 6 0 1 との距離 K、ストロボの光量に基づいた仮想光源の光量 I_k を用いて、式 1 に従って求めることができる。

【 0 0 5 0 】

$$S_k = \frac{I_k}{K^2} \cdot \dots \quad (\text{式 1})$$

なお、光量 I_k は、例えば実際のストロボの光量と同等となるように設定される。

【 0 0 5 1 】

また、ストロボ 1 2 3 が主被写体 6 0 2 に照射するストロボ強度 S_m は、ストロボ 1 2 3 と主被写体 6 0 2 との距離 K_m 、ストロボの光量に基づいた仮想光源の光量 I_m を用いて、式 2 に従って求めることができる。

【 0 0 5 2 】

$$S_m = \frac{I_m}{K_m^2} \cdot \dots \quad (\text{式 2})$$

なお、光量 I_m は、例えば式 1 に示すストロボの光量と同一である。

【 0 0 5 3 】

更に、ストロボ 1 2 3 が被写体 6 0 1 に照射するストロボ強度 S_k 、及び、ストロボ 1 2 3 が主被写体 6 0 2 に照射するストロボ強度 S_m を用いて、被写体 6 0 1 の表面における仮想光源による反射成分（ R_a 、 G_a 、 B_a ）は、式 3 に従って求めることができる。

【 0 0 5 4 】

$$\begin{aligned}
 R a &= \quad \times (S m - S k) \times (-L \cdot N) \times R w \times R t \\
 G a &= \quad \times (S m - S k) \times (-L \cdot N) \quad \times G t \\
 B a &= \quad \times (S m - S k) \times (-L \cdot N) \times B w \times B t \\
 &\cdots \quad (\text{式 } 3)
 \end{aligned}$$

ここで、 L はストロボ 1 2 3 の 3 次元ベクトル、法線 N は被写体の 3 次元法線ベクトル、 $(R t, G t, B t)$ はデガンマ処理部 3 0 2 から出力された RGB 信号である。仮想光源反射成分算出部 3 0 4 は、測距センサ 1 2 4 からの被写体距離情報に基づいて距離 $(K, K m)$ や L を取得し、法線算出部 3 0 3 からの法線マップに基づいて法線 N を取得する。また、 $R w, B w$ は光源の色を制御する色パラメータであり、ストロボ 1 2 3 の特性に合わせるための所定の値を設定する。このように色パラメータを用いることにより、仮想光源の反射成分に光源の特性を反映することができる。

10

【 0 0 5 5 】

なお、 $G a$ は仮想光源による反射成分 $(R a, G a, B a)$ の調整を行うためのゲインであり、リライティング処理の効果を調整するために設定する。具体的には、ゲイン $G a$ は、距離 K (ストロボ 1 2 3 と被写体 6 0 1 との距離) と距離 $K s$ (ストロボ 1 2 3 と主被写体 6 0 2 との距離) の差分の絶対値に基づいて算出する。

【 0 0 5 6 】

図 7 を参照してゲイン $G a$ の算出例について説明する。図 7 は、距離 K と距離 $K s$ との差分の絶対値である K (距離差分の絶対値) からゲイン $G a$ を算出する変換テーブルの一例を示している。図 7 に示す横軸は距離差分の絶対値 K であり、縦軸はゲイン $G a$ である。ゲイン $G a$ は、距離差分の絶対値 K が所定の閾値 $T h 0$ より小さい場合には 1.0 に設定されて出力される。また、ゲイン $G a$ は、距離差分の絶対値 K が所定の閾値 $T h 1$ より大きい場合には 0.0 に設定されて出力される。距離差分の絶対値 K が閾値 $T h 0$ と閾値 $T h 1$ の間である場合には、ゲイン $G a$ は 1.0 ~ 0.0 の間の値に設定されて出力される。

20

【 0 0 5 7 】

このように設定されたゲイン $G a$ を用いることにより、例えば背景の被写体のように、主被写体 6 0 2 と比べてストロボ 1 2 3 からの距離が遠い被写体が、リライティング処理によって主被写体と同程度の明るさとなることを抑圧することができる。すなわち、ストロボを使用する際に自然な明るさに補正することができる。

30

【 0 0 5 8 】

したがって、式 3 では、被写体 6 0 1 が主被写体 6 0 2 よりも遠い (被写体 6 0 1 に対する光量が主被写体 6 0 2 に対する光量より不足する) 場合、ストロボ強度 $S m$ がストロボ強度 $S k$ より大きくなり、仮想光源による反射成分は正の値となる。つまり、仮想光源による反射成分によって被写体 6 0 1 の明るさを補うことができる。

【 0 0 5 9 】

一方、被写体 6 0 1 が主被写体 6 0 2 よりも近い (被写体 6 0 1 に対する光量が主被写体 6 0 2 に対する光量より過剰となる) 場合、ストロボ強度 $S m$ がストロボ強度 $S k$ より小さくなり、仮想光源による反射成分は負の値となる。つまり、仮想光源による反射成分によって、被写体 6 0 1 の明るさを抑制することができる。

40

【 0 0 6 0 】

仮想光源反射成分算出部 3 0 4 は、式 3 に従って算出した仮想光源による反射成分 $(R a, G a, B a)$ を仮想光源付加処理部 3 0 5 へ出力する。

【 0 0 6 1 】

S 4 0 9 では、仮想光源付加処理部 3 0 5 は、上述した仮想光源成分 $(R a, G a, B a)$ を撮影画像に付加する。具体的に、仮想光源付加処理部 3 0 5 は、以下の式に従って、仮想光源成分 $(R a, G a, B a)$ を、デガンマ処理部 3 0 2 から出力されたリニア変換後の RGB 信号 $(R t, G t, B t)$ に付加する。

$$R o u t = R t + R a$$

50

$$\begin{aligned} G_{out} &= G_t + G_a \\ B_{out} &= B_t + R_a \end{aligned}$$

【0062】

このように、ストロボの特性を反映した仮想光源による反射成分を撮影画像の信号に付加することにより、発光させる光源の特性を反映した陰影の調整を行うことができる。そして、仮想光源付加処理部305から出力されたRGB信号(R_{out}、G_{out}、B_{out})はガンマ処理部306に入力される。

【0063】

S410では、ガンマ処理部306は、仮想光源付加処理部305から出力されたRGB信号(R_{out}、G_{out}、B_{out})にガンマ補正を行う。ガンマ補正後のRGB信号(R'_{out}、G'_{out}、B'_{out})は、輝度色差信号変換部307へ出力される。

10

【0064】

S411では、輝度色差信号変換部307は、ガンマ補正後のRGB信号(R'_{out}、G'_{out}、B'_{out})から輝度Y、色差信号R-Y、B-Y信号を生成し、画像メモリ106に出力し、本処理に係る一連の動作を終了する。

【0065】

なお、本実施形態では、ストロボ123とデジタルカメラ100とが一体である場合を例に説明した。しかし、ストロボ123がデジタルカメラ100から離れた場所に設置され、通信(有線又は無線)によりデジタルカメラ100と接続されてもよい。この場合、仮想光源反射成分算出部304は、ストロボ123の位置情報を予め取得することにより、本実施形態と同様に仮想光源による反射成分を算出することができる。

20

【0066】

また、仮想光源反射成分算出部304は、絞りを備えるシャッター102から絞り値の情報を更に取得し、取得した絞り値の情報を用いて仮想光源の光量を調整してもよい。絞り値の情報を更に参照することにより、ストロボ123から照射される光に対する絞りの影響を考量して、リライティング処理の精度を向上させることができる。仮想光源反射成分算出部304は、また、ストロボ123の照射角に基づき、ストロボ123の光軸からの角度によって仮想光源の光量を調整してもよい。

【0067】

30

また、被写体601が主被写体602よりもストロボ123に近い位置に存在する場合、ストロボ強度S_mがストロボ強度S_kより小さい値となり、仮想光源による反射成分(R_a、G_a、B_a)は、式3において負の値となる。また、主被写体602を基準に露出を調整するため、被写体601の一部が飽和する場合がある。このため、被写体601に飽和している領域がある場合には、被写体601の陰影状態が仮想光源による反射成分によって適切に補正できなくなる。そこで、被写体601が主被写体602よりもストロボ123に近い位置に存在する場合には、周辺の不飽和領域のRGB信号(R_{out}、G_{out}、B_{out})を用いて飽和領域を補間してもよい。

【0068】

以上説明したように本実施形態では、複数の被写体がストロボ123から異なる距離に存在する場合、ストロボ123による被写体601における陰影状態の変化とストロボ123による主被写体における陰影状態の変化との差を低減する仮想光源を設定した。またこの仮想光源の特性は、ストロボ123の特性に基づいて決定した。これにより、ストロボ等の照明装置を使用した場合でも、照明装置の特性を反映した被写体領域の明るさの調整(すなわちリライティング)を行うことができる。換言すれば、発光させる光源からの距離が異なる複数の被写体を撮影した画像に、光源の特性を反映した陰影の調整を行うことが可能になる。

40

【0069】

(その他の実施形態)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は

50

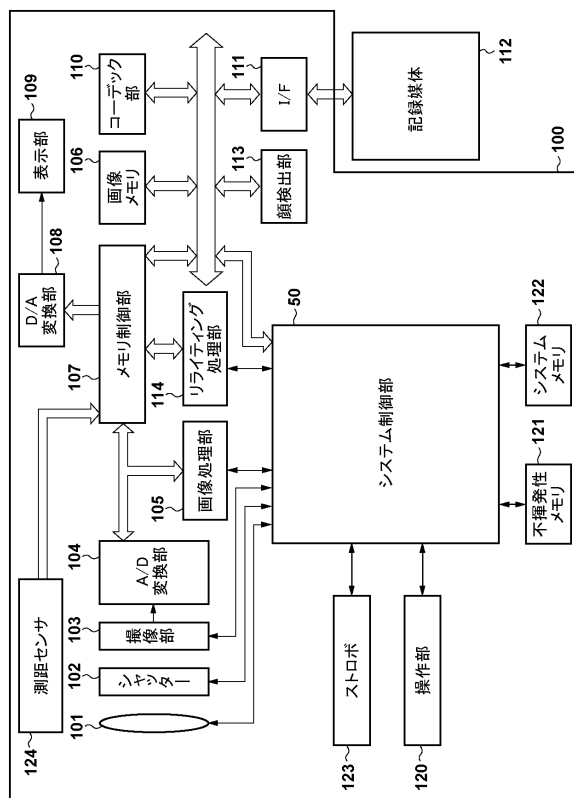
記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける１つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ＡＳＩＣ）によっても実現可能である。

【符号の説明】

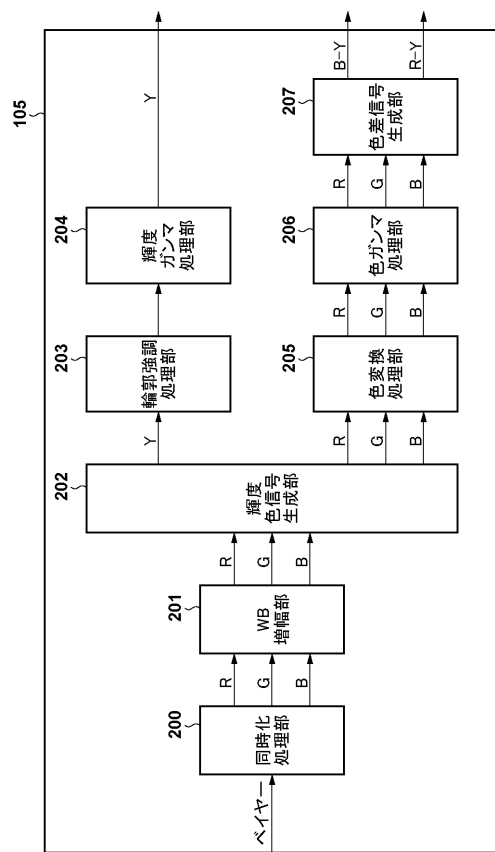
【００７０】

５０…システム制御部、１０３…撮像部、１１４…リライティング処理部、３０４…仮想光源反射成分算出部、３０５…仮想光源付加処理部

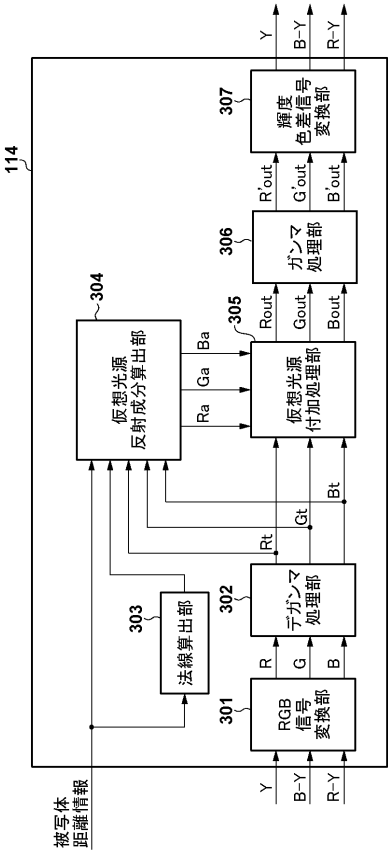
【図１】



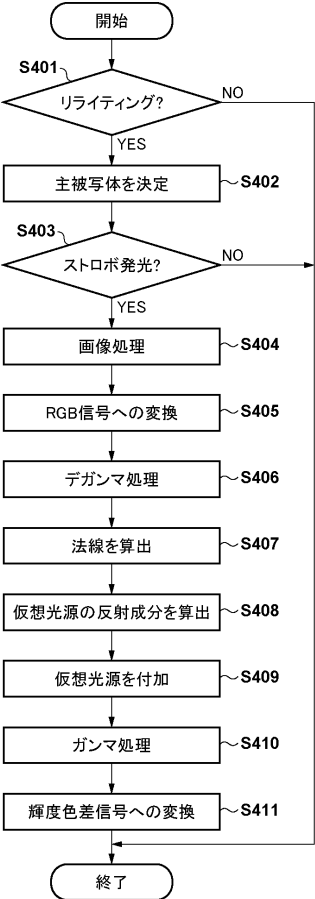
【図２】



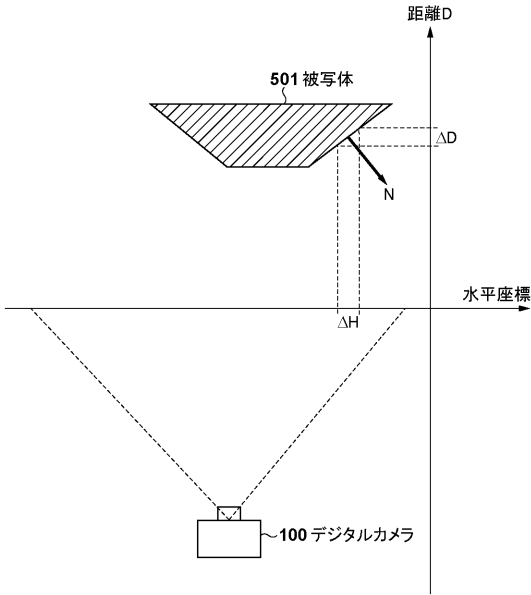
【図 3】



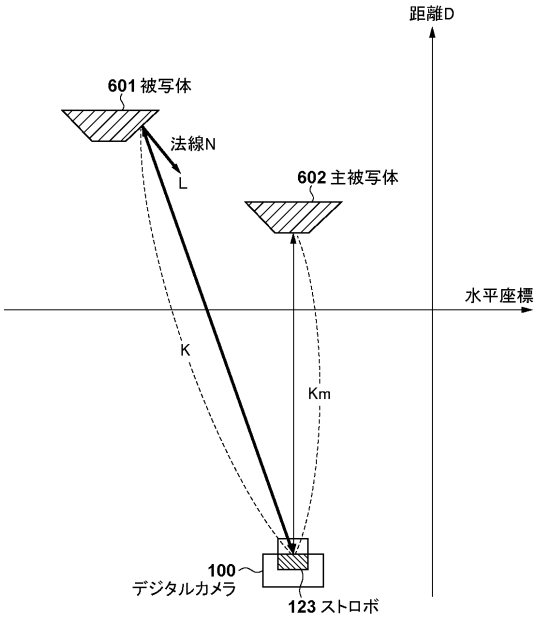
【図 4】



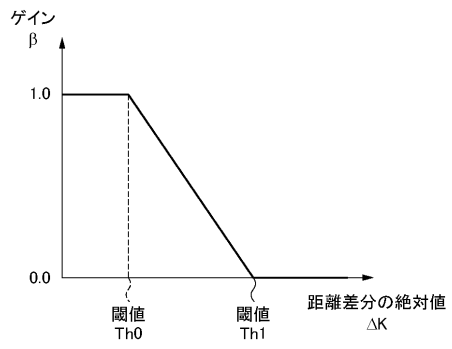
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 荻野 洋

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 高野 美帆子

(56)参考文献 特表2012-530278(JP,A)

国際公開第2004/010711(WO,A1)

特開2004-088409(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222 - 5/257

G03B 15/00

G03B 15/03

G03B 15/05