

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6064106号
(P6064106)

(45) 発行日 平成29年1月18日(2017. 1. 18)

(24) 登録日 平成28年12月22日(2016. 12. 22)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 E

A 6 1 B 1/00 3 2 0 B

請求項の数 7 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2016-559465 (P2016-559465)
 (86) (22) 出願日 平成28年2月17日(2016. 2. 17)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/054621
 審査請求日 平成28年9月27日(2016. 9. 27)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-131904 (P2015-131904)
 (32) 優先日 平成27年6月30日(2015. 6. 30)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 佐藤 大介
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内

審査官 樋熊 政一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、カプセル型内視鏡システム、及び内視鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体から反射された照明光の反射光をイメージセンサが受光することにより前記イメージセンサから出力された画像データ及び前記被写体までの距離を表す測距データに基づいて画像処理を行う画像処理装置であって、

前記測距データに基づいて、前記被写体上の点に照射された前記照明光のパラメータを算出する照明光配光特性算出部と、

前記測距データから算出される前記被写体上の点における深度の勾配に基づいて、前記反射光のパラメータを算出する反射光配光特性算出部と、

前記画像データと、前記照明光のパラメータと、前記反射光のパラメータとに基づいて、前記イメージセンサの撮像面と垂直な方向における前記イメージセンサから前記被写体までの距離を算出する被写体距離算出部と、
 を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記測距データに基づき、前記画像データに基づいて作成される画像内の各画素位置に対応する前記被写体上の点までの深度を各画素の画素値とする深度画像を作成する深度画像作成部をさらに備え、

前記照明光配光特性算出部は、前記深度画像に基づいて、前記照明光における配光特性の放射角方向の値を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

10

20

【請求項 3】

前記深度画像作成部は、前記画像内の画素位置のうち、前記測距データが得られていない画素位置における前記深度を、前記測距データが得られている画素位置における測距データを用いて補間する、
ことを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記深度画像作成部が算出した前記深度に基づいて、前記画像内の画素位置ごとに前記深度の勾配を算出する深度勾配算出部をさらに備え、

前記反射光配光特性算出部は、前記深度勾配算出部が算出した前記深度の勾配に基づいて、前記反射光の配光特性における反射角方向の値を算出する、
ことを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記画像データに基づいて画像を作成する画像処理部と、

前記画像を表示する表示部と、

前記表示部に表示された前記画像上の任意の 2 点を指定する操作入力部と、

前記任意の 2 点に対応する前記被写体上の 2 点間の距離を算出する 2 点間距離算出部と

、
をさらに備え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 6】

請求項 1 に記載の画像処理装置と、

被検体内に導入されるカプセル型内視鏡と、

を備えることを特徴とするカプセル型内視鏡システム。

20

【請求項 7】

請求項 1 に記載の画像処理装置と、

被検体に挿入される内視鏡と、

を備えることを特徴とする内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体内を撮像することにより取得されたデータに基づいて画像処理を行う画像処理装置、測距システム、及び内視鏡システムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

生体内に内視鏡を導入し、内視鏡が撮像した被写体の画像を観察することにより生体の診断を行う内視鏡システムが広く普及している。近年では、内視鏡から被写体までの距離（深度）を測定する測距システムが組み込まれた内視鏡システムの開発も行われている。

【0003】

測距システムの例として、例えば特許文献 1 には、像面位相差オートフォーカス（AF）に用いられるイメージセンサを撮像部に設け、このイメージセンサに配置された測距用画素からの出力信号をもとに被写体までの深度を測定するシステムが開示されている。

40

【0004】

また、例えば特許文献 2 には、被写体の画像生成用のイメージセンサとは別に TOF (Time of Flight) 方式の測距用センサを撮像部に設け、測距用センサからの出力信号をもとに被写体までの深度を測定するシステムが開示されている。

【0005】

さらに、特許文献 3 には、被写体を照明する照明部と撮像部との位置関係をもとに、被写体の画像から深度を算出する技術が開示されている。具体的には、照明部から出射し、被写体上の注目点に入射した光の照射角（照明部の光軸に対する角度）と、注目点において反射され、集光光学系を介して撮像部に入射した光の撮像角（集光光学系の光軸に対する角度）とを用いて被写体までの深度を算出する。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-232751号公報

【特許文献2】特開2009-267436号公報

【特許文献3】特開2009-41929号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

画像に写った被写体までの深度の測定精度を高めることは、被写体の立体的な構造を把握したり、三角測量の原理により画像内の2点間に対応する被写体上の2点間の距離を算出したりする上で重要である。

10

【0008】

しかしながら、特許文献1の場合、イメージセンサにまばらに配置された測距用画素の位置における深度しか実測しないため、被写体の画像を構成する全ての画素位置について精度の良い深度情報が得られるわけではない。

【0009】

また、特許文献2の場合、画像内の全領域における深度を実測するため、精度の良い深度情報が得られるものの、1フレームあたりに生成されるデータ量が大幅に増加する。そのため、測距用センサにおけるデータ処理や、測距用センサから画像処理装置へのデータ通信に長時間を要してしまう。その結果、撮像フレームレートが低下するという問題が生じてしまう。

20

【0010】

さらに、特許文献3の場合、被写体の画像から照射角を求めることができないため、推定値を使用せざるを得ない。そのため、深度の測定精度が照射角の推定精度に依存することになり、高精度な深度情報を取得できるとは限らない。

【0011】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、撮像部におけるデータ処理量や撮像部と画像処理装置との間のデータ通信量を大幅に増加させることなく、高精度な深度情報を取得することができる画像処理装置、測距システム、及び内視鏡システムを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る画像処理装置は、被写体を照射する照明光を発生する照明部と、前記被写体により反射された前記照明光を集光する集光光学系と、該集光光学系により集光された前記照明光を受光し、該照明光に基づき、前記被写体の像を表す画像データを出力すると共に前記被写体までの距離を表す測距データを出力するイメージセンサと、を有する撮像部から出力された前記画像データ及び前記測距データに基づいて画像処理を行う画像処理装置であって、前記測距データに基づいて、前記被写体上の点に照射された前記照明光のパラメータを算出する照明光配光特性算出部と、前記測距データから算出される前記被写体上の点における深度の勾配に基づいて、前記被写体により反射された前記照明光の反射光のパラメータを算出する反射光配光特性算出部と、前記画像データと、前記照明光のパラメータと、前記反射光のパラメータとに基づいて、前記集光光学系の光軸方向における前記撮像部から前記被写体までの距離を算出する被写体距離算出部と、を備えることを特徴とする。

40

【0013】

上記画像処理装置は、前記測距データに基づき、前記画像データに基づいて作成される前記被写体の画像内の各画素位置に対応する前記被写体上の点までの深度を各画素の画素値とする深度画像を作成する深度画像作成部をさらに備え、前記照明光配光特性算出部は、前記深度画像に基づいて、前記照明光における配光特性の放射角方向の値を算出する、

50

ことを特徴とする。

【0014】

上記画像処理装置において、前記深度画像作成部は、前記被写体の画像内の画素位置のうち、前記測距データが得られていない画素位置における前記深度を、前記測距データが得られている画素位置における測距データを用いて補間する、ことを特徴とする。

【0015】

上記画像処理装置は、前記深度画像作成部が算出した前記深度に基づいて、前記被写体の画像内の画素位置ごとに前記深度の勾配を算出する深度勾配算出部をさらに備え、前記反射光配光特性算出部は、前記深度勾配算出部が算出した前記深度の勾配に基づいて、前記反射光の配光特性における反射角方向の値を算出する、ことを特徴とする。

10

【0016】

上記画像処理装置は、前記画像データに基づいて表示用の画像を作成する画像処理部と、前記表示用の画像を表示する表示部と、前記表示用の画像上の任意の2点を指定する信号を入力する操作入力部と、前記表示用の画像上の任意の2点に対応する前記被写体上の2点間の距離を算出する2点間距離算出部と、をさらに備えることを特徴とする。

【0017】

本発明に係る測距システムは、前記画像処理装置と、前記撮像部と、を備えることを特徴とする。

【0018】

本発明に係る内視鏡システムは、前記画像処理装置と、カプセル形状をなす筐体に前記撮像部を収容したカプセル型内視鏡と、を備えることを特徴とする。

20

【0019】

本発明に係る内視鏡システムは、前記画像処理装置と、前記被検体に挿入される挿入部の先端部に前記撮像部が設けられたビデオスコープと、を備えることを特徴とする。

【0020】

本発明によれば、被写体までの距離を表す測距データに基づいて算出された照明光のパラメータ及び反射光のパラメータと、被写体の像を表す画像データとを用いることにより、撮像部から被写体までの深度を高精度に算出することができる。それにより、被写体の画像を構成する全ての画素の位置について深度を実測する必要がなくなるので、データ処理量やデータ通信量を大幅に増加させることなく、高精度な深度情報を取得することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1に係る測距システムの構成例を示す模式図である。

【図2】図2は、図1に示すイメージセンサの受光面を示す模式図である。

【図3】図3は、図1に示す深度算出部の構成を示すブロック図である。

【図4】図4は、被写体距離の測定原理を説明するための模式図である。

【図5】図5は、照明光の配光特性を説明するための模式図である。

【図6】図6は、図4に示すイメージセンサの受光面に対応する深度画像の画像領域を示す模式図である。

40

【図7】図7は、深度勾配の算出方法を説明するための模式図である。

【図8】図8は、深度勾配の算出方法を説明するための模式図である。

【図9】図9は、反射光の配光特性を説明するための模式図である。

【図10】図10は、本発明の実施の形態2に係る測距システムの構成例を示す模式図である。

【図11】図11は、図10に示す表示部に表示される画面の例を示す模式図である。

【図12】図12は、画像内の2点間に対応する被写体上の距離を測定する原理を説明するための模式図である。

【図13】図13は、画像内の2点間に対応する被写体上の距離を測定する原理を説明す

50

るための模式図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本発明の実施の形態 3 に係る内視鏡システムの構成例を示す模式図である。

【図 1 5】図 1 5 は、図 1 4 に示すカプセル型内視鏡の内部構造の一例を示す模式図である。

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の実施の形態 4 に係る内視鏡システムの構成例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に、本発明の実施の形態に係る画像処理装置、測距システム、及び内視鏡システムについて、図面を参照しながら説明する。以下の説明において、各図は本発明の内容を理解でき得る程度に形状、大きさ、及び位置関係を概略的に示してあるに過ぎない。従って、本発明は各図で例示された形状、大きさ、及び位置関係のみに限定されるものではない。なお、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付している。

【0023】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る測距システムの構成例を示す模式図である。本実施の形態 1 に係る測距システム 1 は、生体内に導入されて撮像を行う内視鏡システム等に適用され、粘膜等の被写体までの距離（深度）を測定するシステムである。内視鏡システムとしては、被検体に挿入される挿入部の先端部に撮像部を設けたビデオスコープを備える一般的な内視鏡システムであっても良いし、カプセル形状をなす筐体に撮像部及び無線通信部を収容したカプセル型内視鏡を生体内に導入して撮像を実行させるカプセル型内視鏡システムであっても良い。

【0024】

図 1 に示すように、測距システム 1 は、被写体 S を撮像することにより画像データを生成して出力すると共に、被写体 S までの距離を実測することにより測距データを生成して出力する撮像部 2 と、撮像部 2 から出力された画像データ及び測距データを取得し、画像データに基づいて被写体 S の画像を作成すると共に、画像データ及び測距データを用いて被写体 S までの深度マップを作成する画像処理装置 3 とを備える。

【0025】

撮像部 2 は、被写体 S を照明する照明光を発生する 1 つ以上の照明部 2 1 と、集光レンズ等の集光光学系 2 2 と、イメージセンサ 2 3 とを備える。

【0026】

照明部 2 1 は、LED (Light Emitting Diode) 等の発光素子及び該発光素子を駆動する駆動回路を含み、白色光あるいは特定の周波数帯域の照明光を発生して被写体 S に照射する。

【0027】

イメージセンサ 2 3 は、被写体 S の視覚的な情報を表す画像データと、被写体 S までの深度を表す測距データとを取得可能なセンサであり、照明部 2 1 から出射し、被写体 S により反射され、集光光学系 2 2 により集光された照明光（即ち、反射光）を受光する受光面 2 3 a を有する。本実施の形態 1 においては、イメージセンサ 2 3 として、像面位相差 AF 用のセンサを用いている。

【0028】

図 2 は、イメージセンサ 2 3 の構成を説明するための模式図である。図 2 に示すように、イメージセンサ 2 3 は、受光面 2 3 a に配列された複数の撮像用画素 2 3 b 及び測距用画素 2 3 c と、これらの画素から出力された電気信号を処理する信号処理回路 2 3 d とを備える。受光面 2 3 a には、複数の撮像用画素 2 3 b がマトリックス状に配置され、このマトリックスの一部を置き換えるように、複数の測距用画素 2 3 c が配置されている。図 2 においては、測距用画素 2 3 c の位置に「×」印を記して、撮像用画素 2 3 b と区別している。

【 0 0 2 9 】

各撮像用画素 2 3 b は、フォトダイオード等の光電変換部上に、マイクロレンズと、R (赤)、G (緑)、B (青)のいずれかのカラーフィルタとを積層した構造を有し、光電変換部に入射した光の光量に応じた電荷を発生させる。撮像用画素 2 3 b は、各々が有するカラーフィルタの色に応じて、ベイヤー配列等の所定の並び順で配列されている。信号処理回路 2 3 d は、各撮像用画素 2 3 b が発生した電荷を電圧信号に変換し、さらにデジタル信号に変換することにより、画像データとして出力する。

【 0 0 3 0 】

各測距用画素 2 3 c は、2つの光電変換部を同一平面上に並べて配置し、さらに、これらの光電変換部上に跨るように1つのマイクロレンズを配置した構造を有する。マイクロレンズに入射した光は、マイクロレンズへの入射位置に応じた配分で2つの光電変換部に入射する。2つの光電変換部の各々は入射した光の光量に応じた電荷を発生させる。信号処理回路 2 3 d は、各測距用画素 2 3 c の2つの光電変換部においてそれぞれ発生した電荷を電圧信号に変換し、これらの電圧信号間の位相差(距離に関する情報)をもとに、撮像部 2 から被写体 S までの距離(深度)を表す測距データを生成して出力する。

【 0 0 3 1 】

画像処理装置 3 は、撮像部 2 から出力された画像データ及び測距データを取得するデータ取得部 3 1 と、データ取得部 3 1 が取得した画像データ及び測距データ並びに当該画像処理装置 3 において用いられる各種プログラムやパラメータ等を記憶する記憶部 3 2 と、画像データ及び測距データをもとに各種演算処理を行う演算部 3 3 と、被写体 S の画像等を表示する表示部 3 4 と、当該画像処理装置 3 に対する種々の情報や命令の入力に用いられる操作入力部 3 5 と、これらの各部を統括的に制御する制御部 3 6 とを備える。

【 0 0 3 2 】

データ取得部 3 1 は、当該測距システム 1 が適用される内視鏡システムの態様に依りて適宜構成される。例えば、ビデオスコープを体内に挿入する一般的な内視鏡システムの場合、データ取得部 3 1 は、ビデオスコープに設けられた撮像部 2 が生成した画像データ及び測距データを取り込むインタフェースによって構成される。また、カプセル型内視鏡システムの場合、データ取得部 3 1 は、カプセル型内視鏡から無線送信された信号を、アンテナを介して受信する受信部によって構成される。或いは、カプセル型内視鏡との間で可搬型の記憶媒体を用いて画像データ及び測距データを受け渡ししても良く、この場合、データ取得部 3 1 は、可搬型の記憶媒体を着脱自在に装着し、記憶された画像データ及び測距データを読み出すリーダ装置によって構成される。或いは、内視鏡システムにおいて生成された画像データ及び測距データを保存するサーバを設置する場合、データ取得部 3 1 は、サーバと接続される通信装置等で構成され、サーバとの間でデータ通信を行って各種データを取得する。

【 0 0 3 3 】

記憶部 3 2 は、更新記録可能なフラッシュメモリ等の R O M (Read Only Memory) や R A M (Random Access Memory) といった各種 I C (Integrated Circuit) メモリ、内蔵若しくはデータ通信端子で接続されたハードディスク若しくは C D - R O M (Compact Disc Read Only Memory) 等の情報記憶装置及び該情報記憶装置に対する情報の書込読取装置等によって構成される。記憶部 3 2 は、画像処理装置 3 を動作させると共に、種々の機能を画像処理装置 3 に実行させるためのプログラムや、このプログラムの実行中に使用されるデータ、具体的には、データ取得部 3 1 によって取得された画像データ及び測距データや、各種パラメータ等を格納する。

【 0 0 3 4 】

演算部 3 3 は、C P U (Central Processing Unit) 等の汎用プロセッサや A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等の特定の機能を実行する各種演算回路等の専用プロセッサを用いて構成される。演算部 3 3 が汎用プロセッサである場合、記憶部 3 2 が記憶する各種演算プログラムを読み込むことにより演算処理を実行する。また、演算部 3 3 が専用プロセッサである場合、プロセッサが単独で種々の演算処理を実行し

10

20

30

40

50

てもよいし、記憶部 3 2 が記憶する各種データ等を用いることで、プロセッサと記憶部 3 2 が協働又は結合して演算処理を実行してもよい。

【 0 0 3 5 】

具体的には、演算部 3 3 は、画像データに対してホワイトバランス処理、デモザイキング、ガンマ変換、平滑化（ノイズ除去等）等の所定の画像処理を施すことにより、表示用の画像を作成する画像処理部 3 3 a と、画像データ及び測距データをもとに、画像処理部 3 3 a が作成した表示用の画像内の各画素位置に対応する被写体 S までの深度（集光光学系 2 2 からの距離）を算出する深度算出部 3 3 b とを備える。深度算出部 3 3 b の詳細な構成及び動作については後述する。

【 0 0 3 6 】

表示部 3 4 は、液晶や有機 E L（Electro Luminescence）等の各種ディスプレイを含み、画像処理部 3 3 a が作成した表示用の画像や、深度算出部 3 3 b が算出した距離等の情報を表示する。

【 0 0 3 7 】

制御部 3 6 は、C P U 等の汎用プロセッサや A S I C 等の特定の機能を実行する各種演算回路等の専用プロセッサを用いて構成される。制御部 3 6 が汎用プロセッサである場合、記憶部 3 2 が記憶する制御プログラムを読み込むことによって画像処理装置 3 を構成する各部への指示やデータの転送等を行い、画像処理装置 3 全体の動作を統括して制御する。また、制御部 3 6 が専用プロセッサである場合、プロセッサが単独で種々の処理を実行してもよいし、記憶部 3 2 が記憶する各種データ等を用いることで、プロセッサと記憶部 3 2 が協働又は結合して種々の処理を実行してもよい。

【 0 0 3 8 】

図 3 は、深度算出部 3 3 b の詳細な構成を示すブロック図である。図 3 に示すように、深度算出部 3 3 b は、深度画像作成部 3 3 1 と、照明光配光特性算出部 3 3 2 と、深度勾配算出部 3 3 3 と、反射光配光特性算出部 3 3 4 と、輝度画像作成部 3 3 5 と、像面照度算出部 3 3 6 と、物体面輝度算出部 3 3 7 と、照射照度算出部 3 3 8 と、照射距離算出部 3 3 9 と、被写体距離算出部 3 4 0 とを備える。

【 0 0 3 9 】

深度画像作成部 3 3 1 は、記憶部 3 2 から読み出された測距データに基づいて、画像処理部 3 3 a が作成する表示用の画像内の各画素位置に対応する被写体 S 上の点と集光光学系 2 2 との間の深度を各画素の画素値とする深度画像を作成する。上述したように、測距用画素 2 3 c は、受光面 2 3 a にまばらに配置されているので、深度画像作成部 3 3 1 は、測距用画素 2 3 c が配置されていない画素位置については、近傍に配置されている測距用画素 2 3 c から出力された測距データを用いて補間演算により深度を算出する。

【 0 0 4 0 】

照明光配光特性算出部 3 3 2 は、深度画像作成部 3 3 1 が作成した深度画像に基づいて、被写体 S に照射された照明光のパラメータとして配光特性における放射角方向の値を算出する。

【 0 0 4 1 】

深度勾配算出部 3 3 3 は、深度画像作成部 3 3 1 が作成した深度画像に基づいて、被写体 S 上の点における深度の勾配（以下、深度勾配という）を算出する。

【 0 0 4 2 】

反射光配光特性算出部 3 3 4 は、深度勾配算出部 3 3 3 が算出した深度勾配に基づいて、被写体 S により反射された照明光（即ち、反射光）のパラメータとして配光特性における反射角方向の値を算出する。

【 0 0 4 3 】

輝度画像作成部 3 3 5 は、記憶部 3 2 から読み出された画像データに基づいて、被写体 S の画像の輝度を各画素の画素値とする輝度画像を作成する。

【 0 0 4 4 】

像面照度算出部 3 3 6 は、輝度画像作成部 3 3 5 が作成した輝度画像に基づいて、イメ

10

20

30

40

50

ージセンサ 2 3 の像面における照度を算出する。

【 0 0 4 5 】

物体面輝度算出部 3 3 7 は、像面照度算出部 3 3 6 が算出した像面における照度に基づいて、被写体 S の表面における輝度を算出する。

【 0 0 4 6 】

照射照度算出部 3 3 8 は、物体面輝度算出部 3 3 7 が算出した物体面の輝度と、反射光配光特性算出部 3 3 4 が算出した反射光の配光特性における反射角方向の値とに基づいて、被写体 S に照射された照明光の照射照度を算出する。

【 0 0 4 7 】

照射距離算出部 3 3 9 は、被写体 S に照射された照明光の照射照度と、照明光配光特性算出部 3 3 2 が算出した照明光の配光特性における放射角方向の値とに基づいて、集光光学系 2 2 から被写体 S までの照射距離を算出する。

【 0 0 4 8 】

被写体距離算出部 3 4 0 は、照射距離算出部 3 3 9 が算出した照射距離を集光光学系 2 2 の光軸 Z_L に投影した距離である被写体距離を算出する。

【 0 0 4 9 】

次に、本実施の形態 1 における測距方法を、図 1 ~ 図 8 を参照しながら詳細に説明する。図 4 は、撮像部 2 内の各部と被写体 S との位置及び角度の関係を示す模式図である。

【 0 0 5 0 】

まず、測距システム 1 は、照明部 2 1 を発光させることにより、被写体 S に照明光 L 1 を照射する。それにより、被写体 S によって反射された照明光（即ち、反射光）が集光光学系 2 2 によって集光され、イメージセンサ 2 3 の受光面 2 3 a に入射する。信号処理回路 2 3 d（図 2 参照）は、受光面 2 3 a に配置された撮像用画素 2 3 b 及び測距用画素 2 3 c からそれぞれ出力された電気信号に基づき、各撮像用画素 2 3 b の位置における画像データを出力すると共に、各測距用画素 2 3 c の位置における測距データを出力する。画像処理装置 3 のデータ取得部 3 1 は、これらの画像データ及び測距データを取り込み、記憶部 3 2 に記憶させる。

【 0 0 5 1 】

図 3 に示すように、深度算出部 3 3 b は、記憶部 3 2 から測距データ及び画像データを取り込み、測距データを深度画像作成部 3 3 1 に入力すると共に、画像データを輝度画像作成部 3 3 5 に入力する。

【 0 0 5 2 】

深度画像作成部 3 3 1 は、入力された測距データに基づいて、集光光学系 2 2 から被写体 S までの距離 d_s （図 4 参照）を各画素の画素値とし、受光面 2 3 a 全体に対応するサイズの深度画像を作成する。ここで、図 2 に示すように、イメージセンサ 2 3 の受光面 2 3 a には、測距用画素 2 3 c がまばらにしか配置されていない。そこで、深度画像作成部 3 3 1 は、測距用画素 2 3 c の位置に対応する深度画像内の画素については、測距用画素 2 3 c からの出力値に基づく測距データを用い、それ以外の深度画像内の画素については測距データを用いた補間により算出する。従って、深度画像において、測距用画素 2 3 c からの出力値に基づく測定値が得られていない画素位置における距離 d_s は、被写体 S の表面の凹凸等が反映されていない概算値である。

【 0 0 5 3 】

続いて、照明光配光特性算出部 3 3 2 は、深度画像作成部 3 3 1 が作成した深度画像をもとに、被写体 S 上の各点（例えば注目点 P）に照射された照明光 L 1 の配光特性における放射角方向の値を算出する。

【 0 0 5 4 】

図 5 は、照明部 2 1 の光軸 Z_E に対する照明光 L 1 の放射方向のなす角度である放射角 θ_E と、放射角 θ_E に対応する配光特性における放射角方向の値 $\alpha(\theta_E)$ との関係を示している。なお、図 5 においては、放射面における最大光度、即ち放射角 $\theta_E = 0^\circ$ のときの光度を基準に正規化されている。照明光配光特性算出部 3 3 2 は、図 5 に例示する配光

10

20

30

40

50

特性を表す関数又はテーブルを記憶部 3 2 から読み出し、照明部 2 1 と注目点 P との位置関係から放射角 θ_E を算出し、この放射角 θ_E に対応する配光特性における放射角方向の値 $\alpha(\theta_E)$ を算出する。

【0055】

なお、一般的な LED では配光特性がコサインとなるため、例えば放射角 $\theta_E = 45^\circ$ である場合、放射角方向の光度 $\alpha(45^\circ)$ は、放射角 $\theta_E = 0^\circ$ における値 $\alpha(0^\circ)$ に $\cos(45^\circ)$ をかけた値となる。

【0056】

ここで、放射角 θ_E の算出方法を説明する。図 6 は、イメージセンサ 2 3 の受光面 2 3 a に対応する深度画像の画像領域を示す模式図である。まず、照明光配光特性算出部 3 3 2 は、深度画像 M 内の注目画素 A (x_0, y_0) に対応する受光面 2 3 a 上の画素 A' (図 4 参照) を抽出し、イメージセンサ 2 3 の画素数 (ピクセル) 及びセンササイズ d_{sen} (mm) を用いて、この画素 A' の座標値をピクセルから距離 (mm) に換算する。また、照明光配光特性算出部 3 3 2 は、距離に換算された画素 A' の座標値を用いて、集光光学系 2 2 の光軸 Z_L から画素 A' までの距離、即ち像高 d_A を算出する。そして、集光光学系 2 2 と受光面 2 3 a までの距離 (設計値) d_0 と像高 d_A とから、次式 (1) により、画角 φ を算出する。

$$\varphi = \tan^{-1}(d_A / d_0) \quad \dots (1)$$

なお、図 6 においては、像高 d_A に対応する深度画像 M 内の長さ $l(d_A)$ を破線で示している。

【0057】

照明光配光特性算出部 3 3 2 は、この画角 φ と、深度画像 M における注目画素 A の画素値、即ち、深度 d_s とに基づき、次式 (2) を用いて注目画素 A に対応する被写体 S 上の注目点 P と光軸 Z_L との距離、即ち被写体の高さ d_p を算出する。

$$d_p = d_s \tan \varphi \quad \dots (2)$$

【0058】

続いて、照明光配光特性算出部 3 3 2 は、照明部 2 1 が備える発光素子の位置に対応する深度画像 M 内の座標を算出する。ここで、撮像部 2 において、照明部 2 1 が備える発光素子の光軸 Z_E と集光光学系 2 2 の光軸 Z_L との間の距離 d_{LED} や、発光素子とイメージセンサ 2 3 の受光面 2 3 a との位置関係は、設計値として決まっている。そこで、照明光配光特性算出部 3 3 2 は、イメージセンサ 2 3 の画素数及びセンササイズ d_{sen} (mm) を用いて深度画像 M の像高を求め、求めた像高から、照明部 2 1 が備える発光素子の位置に対応する深度画像 M 内の画素の座標 A_{LED} を算出する。

【0059】

続いて、照明光配光特性算出部 3 3 2 は、注目画素 A の座標と発光素子の位置に対応する画素 A_{LED} の座標とから、これらの画素間の間隔 d_{pix} を算出する。そして、この間隔 d_{pix} を、イメージセンサ 2 3 の画素数及びセンササイズ d_{sen} (mm) を用いて、被写体 S における距離 (mm) に換算する。この距離が、注目点 P から発光素子の光軸 Z_E までの距離 d_E である。照明光配光特性算出部 3 3 2 は、この距離 d_E と、注目点 P の深度 d_s とから、次式 (3) を用いて放射角 θ_E を算出する。

$$\theta_E = \tan^{-1}(d_E / d_s) \quad \dots (3)$$

【0060】

照明光配光特性算出部 3 3 2 は、このようにして算出した放射角 θ_E に基づいて、照明光 L 1 の配光特性における放射角方向の値 $\alpha(\theta_E)$ (図 5) を算出する。

【0061】

なお、照明部 2 1 が複数の発光素子を備える場合、照明光配光特性算出部 3 3 2 は、複数の発光素子の各々について、上述した方法により放射角 θ_E を算出し、算出した複数の放射角 θ_E に基づいて配光特性における放射角方向の値を算出すれば良い。この場合、配光特性としても、複数の発光素子の配置に応じた特性を表す関数又はテーブルを、照明光配光特性算出部 3 3 2 に記憶部 3 2 から読み出す。例えば、照明部 2 1 が 4 つの発光素子

を有し、ある注目点 P に対してそれぞれの発光素子の放射角 θ_{E1} 、 θ_{E2} 、 θ_{E3} 、 θ_{E4} が算出された場合、これらの放射角に基づく配光特性における放射角方向の値 α (θ_{E1} 、 θ_{E2} 、 θ_{E3} 、 θ_{E4}) が算出される。

【 0 0 6 2 】

再び図 3 を参照すると、深度勾配算出部 3 3 3 は、深度画像作成部 3 3 1 が作成した深度画像 M (図 6 参照) をもとに、被写体 S 上の点における深度勾配を算出する。深度勾配は、深度画像内の各画素の画素値 (即ち、深度) の微分を取ることで算出される。図 4 に示すように、深度勾配は、集光光学系 2 2 の光軸 Z_L と直交する面に対する注目点 P における接面の勾配 (勾配角 θ) を与える。

【 0 0 6 3 】

ここで、深度勾配算出部 3 3 3 による深度勾配の算出方法を詳しく説明する。図 7 及び図 8 は、勾配画像の算出方法を説明するための模式図であり、図 7 及び図 8 に示す矩形の領域は、深度画像 M 内の注目画素 A (x_0 , y_0) 及びその周辺画素を示している。

【 0 0 6 4 】

注目画素 A の深度勾配は、基本的に、深度画像 M の中心 C と注目画素 A とを結ぶ直線上において注目画素 A と隣接する画素の画素値 (深度) を用いて算出される。例えば、図 7 に示すように、深度画像 M の中心 C と注目画素 A とを結ぶ直線上に、注目画素 A と隣接する画素 A_1 、 A_2 の中心が乗っている場合、注目画素 A における深度勾配 G は、中心 C から画素 A_1 、 A_2 にそれぞれ向かうベクトル CA_1 、 CA_2 を用いて、次式 (4) によって与えられる。

【数 1】

$$G = \tan^{-1} \left[\frac{Z(A_2) - Z(A_1)}{\sqrt{\{X(\overrightarrow{CA_2}) - X(\overrightarrow{CA_1})\}^2 + \{Y(\overrightarrow{CA_2}) - Y(\overrightarrow{CA_1})\}^2}} \right] \quad \cdots (4)$$

式 (4) において、符号 $X(\quad)$ は、括弧内に示すベクトルの x 成分を示し、符号 $Y(\quad)$ は、括弧内に示すベクトルの y 成分を示す。また、符号 $Z(\quad)$ は、括弧内に示す画素の画素値、即ち深度を示す。

【 0 0 6 5 】

一方、図 8 に示すように、深度画像 M の中心 C と注目画素 A とを結ぶ直線上に、注目画素 A と隣接する画素の中心が乗っていない場合、隣接画素の座標及び深度を、周辺画素を用いた線形補間により算出する。

【 0 0 6 6 】

例えば、深度画像 M の中心 C を原点とし、中心 C 及び注目画素 A を通る直線が $y = (1/3)x$ と表される場合を考える。この場合、 $(x_0 - 1)$ 列の画素と直線 $y = (1/3)x$ との交点 A_4 の座標を与えるベクトル CA_4 は、中心 C から画素 A_2 、 A_3 にそれぞれ向かうベクトル CA_2 、 CA_3 とを用いて、式 (5-1) によって算出される。また、交点 A_4 における深度 $Z(A_4)$ は、画素 A_2 、 A_3 における深度 $Z(A_2)$ 、 $Z(A_3)$ を用いて、式 (5-2) によって与えられる。

【数 2】

$$\overrightarrow{CA_4} = \frac{2}{3}\overrightarrow{CA_3} + \frac{1}{3}\overrightarrow{CA_2} \quad \cdots (5-1)$$

$$Z(A_4) = \frac{2}{3}Z(A_3) + \frac{1}{3}Z(A_2) \quad \cdots (5-2)$$

【 0 0 6 7 】

同様に、 $(x_0 + 1)$ 列の画素と直線 $y = (1/3)x$ との交点 A_6 の座標を与えるベク

10

20

30

40

50

トル $\overrightarrow{CA_6}$ は、中心 C から画素 A_1 、 A_5 にそれぞれ向かうベクトル $\overrightarrow{CA_1}$ 、 $\overrightarrow{CA_5}$ とを用いて、式 (6 - 1) によって算出される。また、交点 A_6 における深度 $Z(A_6)$ は、画素 A_1 、 A_5 における深度 $Z(A_1)$ 、 $Z(A_5)$ を用いて、式 (6 - 2) によって与えられる。

【数 3】

$$\overrightarrow{CA_6} = \frac{2}{3}\overrightarrow{CA_5} + \frac{1}{3}\overrightarrow{CA_1} \quad \cdots(6-1)$$

$$Z(A_6) = \frac{2}{3}Z(A_5) + \frac{1}{3}Z(A_1) \quad \cdots(6-2)$$

10

【0068】

この場合、注目画素 A の深度勾配 G は、補間により算出した交点 A_4 、 A_6 の座標及び該交点 A_4 、 A_6 における深度 $Z(A_4)$ 、 $Z(A_6)$ を用いて、式 (4) と同様にして算出される。

深度勾配算出部 333 は、このようにして深度画像 M 内の全画素における深度勾配を算出する。

【0069】

続いて、反射光配光特性算出部 334 は、深度勾配算出部 333 が算出した深度勾配をもとに、被写体 S 上の各点（例えば注目点 P ）において反射された照明光（即ち、反射光）の配光特性における反射角方向の値を算出する。

20

【0070】

図 9 は、反射光の配光特性の一例を示す模式図である。反射光の配光特性とは、被写体 S の表面における反射角 θ_R に応じた反射率のことである。なお、図 9 に示す配光特性は、反射率が最大、即ち反射角 $\theta_R = 0^\circ$ のときの反射率 $R(\theta_R = 0)$ を基準に正規化されている。反射光配光特性算出部 334 は、図 9 に例示する配光特性を表す関数又はテーブルを記憶部 32 から読み出し、照明部 21 から注目点 P に入射する照明光 $L1$ と、注目点 P から集光光学系 22 に向けて反射される反射光 $L2$ との関係から反射角 θ_R を算出し、配光特性を表す関数又はテーブルを適用することにより配光特性における反射角方向の値 $R(\theta_R)$ を算出する。

【0071】

30

例えば、反射角 $\theta_R = 45^\circ$ のとき、配光特性における反射角方向の値 $R(45^\circ) = 0.8$ であった場合、注目点 P からイメージセンサ 23 の方向に放射される反射光 $L2$ の光度は、反射角 $\theta_R = 0^\circ$ の場合の 0.8 倍となる。

【0072】

ここで、反射角 θ_R の算出方法を説明する。まず、反射光配光特性算出部 334 は、照明光配光特性算出部 332 と同様の手法により、深度画像 M 内の注目画素 A （図 6 参照）に対応する受光面 23a 上の画素 A' から見た画角 φ を算出する。また、深度勾配算出部 333 が算出した深度勾配から、注目画素 A における深度勾配（勾配角 θ ）を算出する。そして、画角 φ 及び深度勾配（勾配角 θ ）から反射角 θ_R を算出する。

【0073】

40

再び図 3 を参照すると、輝度画像作成部 335 は、入力された画像データに基づいて、被写体 S の画像の輝度を画素値とする輝度画像を作成する。ここで、図 2 に示すように、イメージセンサ 23 の受光面 23a には測距用画素 23c がまばらに配置されているため、測距用画素 23c が配置されている画素位置においては画像データが取得されていない。そこで、輝度画像作成部 335 は、測距用画素 23c の近傍に位置する撮像用画素 23b からの出力値に基づく画像データを用いて、当該測距用画素 23c の位置における輝度を補間により算出する。

【0074】

続いて、像面照度算出部 336 は、輝度画像作成部 335 が作成した輝度画像に基づいて、集光光学系 22 の像面における照度（像面照度） $E_f [lx]$ を算出する。ここで、

50

像面照度とは、集光光学系 2 2 を照明系と捉えた時、この集光光学系 2 2 を通過した反射光 L 2 がイメージセンサ 2 3 に入射する際の照度のことである。

【 0 0 7 5 】

像面照度 E_f は、イメージセンサ 2 3 の各撮像用画素 2 3 b (図 2 参照) からの出力値 V_{out} と、係数 K と、露光時間 t とを用いて、次式 (7) により与えられる。係数 K は、各撮像用画素 2 3 b における光の吸収係数、電荷から電圧への変換係数、A/D変換や増幅器等の回路におけるゲインや損失等を考慮したトータルの係数であり、イメージセンサ 2 3 のスペックによって予め設定されている。なお、各測距用画素 2 3 c の位置における像面照度 E_f については、当該測距用画素 2 3 c の近傍の撮像用画素 2 3 b からの出力値 V_{out} を用いた補間により算出する。

10

【数 4】

$$E_f = V_{out} \times \frac{1}{K} \times \frac{1}{t} \quad \cdots (7)$$

【 0 0 7 6 】

続いて、物体面輝度算出部 3 3 7 は、像面照度 E_f に基づいて、被写体 S の表面における輝度である物体面輝度 L_s [c d / m²] を算出する。物体面輝度 L_s は、像面照度 E_f と、集光光学系 2 2 の口径 D 、焦点距離 b 、及び強度透過率 $T(h)$ とを用いて、次式 (8) により与えられる。

【数 5】

20

$$L_s = E_f \times \frac{4}{\pi} \times \frac{b^2}{D^2} \times \frac{1}{T(h)} \quad \cdots (8)$$

【 0 0 7 7 】

続いて、照射照度算出部 3 3 8 は、物体面輝度 L_s に基づいて、被写体 S を照射した照明光 L 1 の照射照度 E_0 [l x] を算出する。照明光 L 1 は、被写体 S の注目点 P において反射されることにより、被写体 S の表面における反射率 R_0 の分だけ減衰すると共に、反射角 θ_R に応じた配光特性の分だけ減衰する。従って、照射照度 E_0 は、物体面輝度 L_s と、被写体 S の反射率 R_0 と、反射光配光特性算出部 3 3 4 が算出した反射光 L 2 の配光特性における反射角方向の値 $R(\theta_R)$ とを用いて、次式 (9) により逆算することができる。

30

【数 6】

$$E_0 = L_s \times \frac{\pi}{R_0 \cdot R(\theta_R)} \quad \cdots (9)$$

【 0 0 7 8 】

ここで、反射率 R_0 は、被写体 S の表面性状に応じて決まる値であり、記憶部 3 2 に予め格納されている。記憶部 3 2 は、胃粘膜や大腸粘膜といった観察対象の被写体の種類に応じた反射率 R_0 を複数格納しても良く、この場合、照射照度算出部 3 3 8 は、操作入力部 3 5 (図 1 参照) から入力される信号に応じた反射率 R_0 を選択して用いる。

40

【 0 0 7 9 】

このようにして算出された照射照度 E_0 は、照明部 2 1 から出射した照明光 L 1 が被写体 S の注目点 P に到達して生じたものである。この間、照明部 2 1 から出射した照明光 L 1 は、注目点 P までの照射距離 d_L 及び放射角 θ_E に応じた配光特性における放射角方向の値 $\alpha(\theta_E)$ の分だけ減衰する。従って、照明部 2 1 の輝度 L_{LED} と注目点 P における照射照度 E_0 との間には、次式 (1 0) の関係が成り立つ。

【数 7】

$$E_0 = \frac{4 \cdot \alpha(\theta_E) \cdot L_{LED} \cdot S_{LED} \cdot Em_{SPE}}{d_L^2} \quad \cdots (10)$$

50

式(10)において、符号 S_{LED} は、照明部21から照明光L1が放射される領域の表面積を示す。また、符号 $E_{m_{SPE}}$ は、照明光L1の分光特性係数である。

【0080】

そこで、照射距離算出部339は、照明光配光特性算出部332から照明光の配光特性における放射角方向の値 $\alpha(\theta_E)$ を取得し、この配光特性における放射角方向の値 $\alpha(\theta_E)$ と照射照度 E_0 とを用いて、次式(11)により与えられる照射距離 $d_L[m]$ を算出する。

【数8】

$$d_L = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha(\theta_E) \cdot L_{LED} \cdot S_{LED} \cdot E_{m_{SPE}}}{E_0}} \quad \dots(11)$$

10

【0081】

続いて、被写体距離算出部340は、放射角 θ_E を用いて、次式(12)により照射距離 d_L を光軸 Z_L に投影した被写体距離 $d_S[m]$ を算出する。

$$d_S = d_L \cdot \cos \theta_E \quad \dots(12)$$

【0082】

深度算出部33bは、上述した一連の処理を深度画像M内の各画素について実行し、算出した被写体距離 d_S を、画像処理部33aが作成した表示用の画像内の各画素と関連付けた距離マップを作成して記憶部32に記憶させる。それにより、撮像部2から取得された画像データと測距データに対する処理が終了する。

20

【0083】

以上説明したように、本実施の形態1によれば、測距用画素23cにより測定された測距データに基づいて深度画像を作成すると共に深度勾配を算出し、これらの深度画像及び深度勾配をもとに照明光の配光特性における放射角方向の値及び反射光の配光特性における放射角方向の値をそれぞれ算出し、これらの配光特性の値を用いて画像の輝度から被写体距離を算出するので、配光特性の値を用いない場合と比較して被写体距離の精度を大幅に向上させることができる。

【0084】

また、本実施の形態1によれば、イメージセンサ23の受光面23aにまばらに配置された測距用画素23cから測距データを取得するので、イメージセンサ23におけるデータ処理量や、撮像部2から画像処理装置3へのデータ通信量を大幅に削減することができる。従って、イメージセンサ23における撮像フレームレートの低下を抑制することが可能となる。

30

【0085】

(変形例)

上記実施の形態1においては、イメージセンサ23として、複数の撮像用画素23bと複数の測距用画素23cとが同一の受光面23a上に配置された像面位相差AF用のセンサを用いたが、イメージセンサ23の構成はこれに限定されない。例えば、CMOS又はCCD等の一般的な撮像素子と、TOF方式の測距用センサとを組み合わせ使用しても良い。

40

【0086】

(実施の形態2)

次に、本発明の実施の形態2について説明する。図10は、本発明の実施の形態2に係る測距システムの構成を示すブロック図である。図10に示すように、本実施の形態2に係る測距システム4は、図1に示す画像処理装置3の代わりに画像処理装置5を備える。なお、撮像部2の構成及び動作は、実施の形態1と同様である。

【0087】

画像処理装置5は、図1に示す演算部33に対し、2点間距離算出部51aをさらに備える演算部51を備える。演算部51以外の画像処理装置5の各部の構成及び動作、並びに、演算部51が備える画像処理部33a及び深度算出部33bの動作は、実施の形態1

50

と同様である。

【 0 0 8 8 】

2点間距離算出部 5 1 a は、画像処理部 3 3 a が作成した被写体 S の表示用の画像に対し、操作入力部 3 5 から入力された信号により指定された 2 点間の距離を算出する。

【 0 0 8 9 】

次に、画像内の 2 点間に対応する被写体 S 上の距離の測定方法を、図 1 1 ~ 図 1 3 を参照しながら説明する。図 1 1 は、表示部 3 4 に表示される画面の例を示す模式図である。図 1 2 及び図 1 3 は、2 点間の距離の測定原理を説明するための模式図である。以下においては、被写体 S に関する距離マップ（実施の形態 1 参照）が作成され、記憶部 3 2 に記憶されているものとする。

10

【 0 0 9 0 】

まず、制御部 3 6 は、図 1 1 に例示するように、画像処理部 3 3 a が作成した被写体 S の表示用の画像 m 1 0 を含む画面 M 1 を表示部 3 4 に表示させる。この画面 M 1 は、画像 m 1 0 に加えて、該画像 m 1 0 上においてユーザが選択した任意の 2 点（始点及び終点）の座標を表示する座標表示欄 m 1 1 と、画像 m 1 0 上においてユーザが選択した任意の 2 点間に対応する被写体 S 上の 2 点間の距離を表示する距離表示欄 m 1 2 とを含んでいる。

【 0 0 9 1 】

この画面 M 1 に対する操作入力部 3 5 を用いた所定のポインタ操作（例えばクリック操作）により、画像 m 1 0 上の任意の 2 点 Q 1、Q 2 が指定されると、操作入力部 3 5 は、指定された 2 点 Q 1、Q 2 の画像 m 1 0 上における座標値を制御部 3 6 に入力する。

20

【 0 0 9 2 】

ここで、上述したように、被写体 S に関する距離マップは既に得られているため、画像 m 1 0 内の各画素位置に対応する被写体 S 上の点から撮像部 2 までの距離は既知である。また、図 1 2 に示すように、センササイズ d_{sen} 及び集光光学系 2 2 から受光面 2 3 a までの距離 d_0 も設計値として与えられている。

【 0 0 9 3 】

そこで、2 点間距離算出部 5 1 a は、画像 m 1 0 上の 2 点 Q 1、Q 2 の座標値を制御部 3 6 から取得すると、記憶部 3 2 から距離マップを読み出し、これらの 2 点 Q 1、Q 2 にそれぞれ対応する被写体 S 上の 2 点 P 1、P 2 から撮像部 2（集光光学系 2 2）までの距離 d_{s1} 、 d_{s2} を取得する。

30

【 0 0 9 4 】

また、2 点間距離算出部 5 1 a は、図 1 3 に示すように、画像 m 1 0 上の 2 点 Q 1、Q 2 に対応するイメージセンサ 2 3 の受光面 2 3 a 上の 2 点 Q 1'、Q 2' の座標値（ q_{x1} 、 q_{y1} ）、（ q_{x2} 、 q_{y2} ）を取得し、これらの座標値とセンササイズ d_{sen} と距離 d_0 とを用いて、像高（光軸 Z_L との距離） d_1 、 d_2 を算出する。ここで、座標値（ q_{x1} 、 q_{y1} ）、（ q_{x2} 、 q_{y2} ）は、光軸 Z_L が通る受光面 2 3 a 上の点 C' を原点としたときの座標である。

【 0 0 9 5 】

さらに、2 点間距離算出部 5 1 a は、点 C' から点 Q 1'、Q 2' にそれぞれ向かうベクトルに対する所定の軸からの回転角 ψ_1 、 ψ_2 を求める。

40

【 0 0 9 6 】

続いて、2 点間距離算出部 5 1 a は、像高 d_1 、 d_2 と、集光光学系 2 2 から受光面 2 3 a までの距離 d_0 と、被写体 S 上の点 P 1、P 2 から集光光学系 2 2 までの距離 d_{s1} 、 d_{s2} とから、点 P 1、P 2 における被写体の高さ（光軸 Z_L との距離） d_1' 、 d_2' をそれぞれ算出する。

【 0 0 9 7 】

図 1 3 に示す回転角 ψ_1 、 ψ_2 と、被写体の高さ d_1' 、 d_2' とを用いると、被写体 S 上の点 P 1、P 2 の座標（ p_{x1} 、 p_{y1} 、 d_{s1} ）、（ p_{x2} 、 p_{y2} 、 d_{s2} ）は、それぞれ次式（13）、（14）によって与えられる。

$$(p_{x1}, p_{y1}, d_{s1}) = (d_1' \cos \psi_1, d_1' \sin \psi_1, d_{s1}) \quad \dots (13)$$

50

$(p_{x2}, p_{y2}, d_{s2}) = (d_2' \cos \psi_2, d_2' \sin \psi_2, d_{s2}) \dots (14)$
 【0098】

2点間距離算出部51aは、これらの座標 (p_{x1}, p_{y1}, d_{s1}) 、 (p_{x2}, p_{y2}, d_{s2}) の間の距離 d を算出して表示部34に出力し、画面M1の例えば距離表示欄m12に表示させる。なお、距離 d としては、2次元座標 (p_{x1}, p_{y1}) 、 (p_{x2}, p_{y2}) から算出した光軸 Z_L と直交する面上における距離であっても良いし、3次元座標 (p_{x1}, p_{y1}, d_{s1}) 、 (p_{x2}, p_{y2}, d_{s2}) から算出した3次元空間における距離であっても良い。

【0099】

以上説明したように、本発明の実施の形態2によれば、画像m10内の各画素と関連付けられた距離マップを用いることにより、画像m10上で指定された任意の2点間に対応する被写体S上の距離を正確に算出することが可能となる。

10

【0100】

(実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3について説明する。図14は、本発明の実施の形態3に係る内視鏡システムの構成を示す模式図である。図14に示すように、本実施の形態3に係る内視鏡システム6は、患者等の被検体60内に導入されて撮像を行い、画像信号を生成して無線送信するカプセル型内視鏡61と、カプセル型内視鏡61から無線送信された画像信号を、被検体60に装着された受信アンテナユニット62を介して受信する受信装置63と、画像処理装置3とを備える。画像処理装置3の構成及び動作は実施の形態1と同様であり(図1参照)、受信装置63から画像データを取得して所定の画像処理を施し、被検体60内の画像を表示する。或いは、画像処理装置3の代わりに、実施の形態2における画像処理装置5を適用しても良い。

20

【0101】

図15は、カプセル型内視鏡61の構成例を示す模式図である。カプセル型内視鏡61は、経口摂取等によって被検体60内に導入された後、消化管内部を移動し、最終的に被検体60の外部に排出される。その間、カプセル型内視鏡61は、臓器(消化管)内部を蠕動運動によって移動しつつ、被検体60内を撮像して画像信号を順次生成し、無線送信する。

【0102】

図15に示すように、カプセル型内視鏡61は、照明部21、集光光学系22、及びイメージセンサ23を含む撮像部2を収容するカプセル型筐体611を備える。カプセル型筐体611は、被検体60の臓器内部に導入し易い大きさに形成された外装ケースである。また、カプセル型筐体611内には、カプセル型内視鏡61の各構成部を制御する制御部615と、制御部615によって処理された信号をカプセル型内視鏡61の外部に無線送信する無線通信部616と、カプセル型内視鏡61の各構成部に電力を供給する電源部617とが設けられている。

30

【0103】

カプセル型筐体611は、筒状筐体612とドーム状筐体613、614とから成り、この筒状筐体612の両側開口端をドーム状筐体613、614によって塞ぐことによって実現される。筒状筐体612及びドーム状筐体614は、可視光に対して略不透明な有色の筐体である。一方、ドーム状筐体613は、可視光等の所定波長帯域の光に対して透明な、ドーム形状をなす光学部材である。このようなカプセル型筐体611は、撮像部2と、制御部615と、無線通信部616、電源部617とを液密に内包する。

40

【0104】

制御部615は、カプセル型内視鏡61内の各構成部の動作を制御すると共に、これらの構成部間における信号の入出力を制御する。詳細には、制御部615は、撮像部2が備えるイメージセンサ23の撮像フレームレートを制御すると共に、この撮像フレームレートと同期して照明部21を発光させる。また、制御部615は、イメージセンサ23から出力された画像信号に所定の信号処理を施し、無線通信部616から無線送信させる。

【0105】

50

無線通信部 6 1 6 は、制御部 6 1 5 から画像信号を取得し、該画像信号に対して変調処理等を施して無線信号を生成し、受信装置 6 3 に送信する。

【 0 1 0 6 】

電源部 6 1 7 は、ボタン型電池やキャパシタ等の蓄電部であり、カプセル型内視鏡 6 1 の各構成部（撮像部 2、制御部 6 1 5、及び無線通信部 6 1 6）に電力を供給する。

【 0 1 0 7 】

再び図 1 4 を参照すると、受信アンテナユニット 6 2 は、複数（図 1 4 においては 8 個）の受信アンテナ 6 2 a を有する。各受信アンテナ 6 2 a は、例えばループアンテナを用いて実現され、被検体 6 0 の体外表面上の所定位置（例えば、カプセル型内視鏡 6 1 の通過領域である被検体 6 0 内の各臓器に対応した位置）に配置される。

10

【 0 1 0 8 】

受信装置 6 3 は、これらの受信アンテナ 6 2 a を介して、カプセル型内視鏡 6 1 から無線送信された画像信号を受信し、受信した画像信号に所定の処理を施した上で、内蔵するメモリに画像信号及びその関連情報を記憶する。受信装置 6 3 には、カプセル型内視鏡 6 1 から無線送信された画像信号の受信状態を表示する表示部や、受信装置 6 3 を操作するための操作ボタン等の入力部を設けても良い。受信装置 6 3 に記憶された画像信号は、画像処理装置 3 に接続されたクレードル 6 4 に受信装置 6 3 をセットすることにより、画像処理装置 3 に転送される。

【 0 1 0 9 】

（実施の形態 4）

20

次に、本発明の実施の形態 4 について説明する。図 1 6 は、本発明の実施の形態 4 に係る内視鏡システムの構成を示す模式図である。図 1 6 に示すように、本実施の形態 4 に係る内視鏡システム 7 は、被検体の体内に挿入されて撮像を行い、画像を生成して出力する内視鏡 7 1 と、内視鏡 7 1 の先端から出射する照明光を発生する光源装置 7 2 と、画像処理装置 3 とを備える。画像処理装置 3 の構成及び動作は実施の形態 1 と同様であり（図 1 参照）、内視鏡 7 1 が生成した画像データを取得して各種画像処理を施し、被検体内の画像を表示部 3 4 に表示する。或いは、画像処理装置 3 の代わりに、実施の形態 2 における画像処理装置 5 を適用しても良い。

【 0 1 1 0 】

内視鏡 7 1 は、可撓性を有する細長形状をなす挿入部 7 3 と、挿入部 7 3 の基端側に接続され、各種の操作信号の入力を受け付ける操作部 7 4 と、操作部 7 4 から挿入部 7 3 が延びる方向と異なる方向に延び、画像処理装置 3 及び光源装置 7 2 と接続する各種ケーブルを内蔵するユニバーサルコード 7 5 とを備える。

30

【 0 1 1 1 】

挿入部 7 3 は、先端部 7 3 1 と、複数の湾曲駒によって構成された湾曲自在な湾曲部 7 3 2 と、湾曲部 7 3 2 の基端側に接続され、可撓性を有する長尺状の可撓針管 7 3 3 とを有する。この挿入部 7 3 の先端部 7 3 1 に、光源装置 7 2 が発生した照明光により被検体内を照射する照明部 2 1 と、被検体内において反射された照明光を集光する集光光学系 2 2 と、イメージセンサ 2 3 とを備える撮像部 2（図 1 参照）が設けられる。

【 0 1 1 2 】

40

操作部 7 4 と先端部 7 3 1 との間には、画像処理装置 3 との間で電気信号の送受信を行う複数の信号線が束ねられた集合ケーブルと、光を伝送するライトガイドとが接続されている。複数の信号線には、撮像素子が出力した画像信号を画像処理装置 3 に伝送する信号線及び画像処理装置 3 が出力する制御信号を撮像素子に伝送する信号線等が含まれる。

【 0 1 1 3 】

操作部 7 4 は、湾曲部 7 3 2 を上下方向及び左右方向に湾曲させる湾曲ノブや、生検針、生体鉗子、レーザメス、及び検査プローブ等の処置具を挿入する処置具挿入部と、画像処理装置 3 及び光源装置 7 2 等の周辺機器に操作指示信号を入力するための複数のスイッチが設けられている。

【 0 1 1 4 】

50

ユニバーサルコード 75 は、ライトガイド及び集合ケーブルを少なくとも内蔵している。また、ユニバーサルコード 75 の操作部 74 に連なる側と異なる側の端部には、光源装置 72 に着脱自在なコネクタ部 76 と、コイル状をなすコイルケーブル 77 を介してコネクタ部 76 と電氣的に接続され、画像処理装置 3 と着脱自在な電気コネクタ部 78 とが設けられている。撮像素子から出力された画像信号は、コイルケーブル 77 及び電気コネクタ部 78 を介して画像処理装置 3 に入力される。

【0115】

以上説明した本発明の実施の形態 1～4 は、本発明を実施するための例にすぎず、本発明はこれらに限定されるものではない。また、本発明は、上記実施の形態 1～4 に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を生成することができる。本発明は、仕様等に応じて種々変形することが可能であり、さらに本発明の範囲内において、他の様々な実施の形態が可能であることは、上記記載から自明である。

【符号の説明】

【0116】

1、4 測距システム

2 撮像部

3、5 画像処理装置

7 内視鏡システム

21 照明部

22 集光光学系

23 イメージセンサ

23a 受光面

23b 撮像用画素

23c 測距用画素

23d 信号処理回路

31 データ取得部

32 記憶部

33、51 演算部

33a 画像処理部

33b 深度算出部

34 表示部

35 操作入力部

36 制御部

51a 2点間距離算出部

60 被検体

61 カプセル型内視鏡

62 受信アンテナユニット

62a 受信アンテナ

63 受信装置

64 クレードル

71 内視鏡

72 光源装置

73 挿入部

74 操作部

75 ユニバーサルコード

76 コネクタ部

77 コイルケーブル

78 電気コネクタ部

331 深度画像作成部

332 照明光配光特性算出部

10

20

30

40

50

- 3 3 3 深度勾配算出部
- 3 3 4 反射光配光特性算出部
- 3 3 5 輝度画像作成部
- 3 3 6 像面照度算出部
- 3 3 7 物体面輝度算出部
- 3 3 8 照射照度算出部
- 3 3 9 照射距離算出部
- 3 4 0 被写体距離算出部
- 6 1 1 カプセル型筐体
- 6 1 2 筒状筐体
- 6 1 3、6 1 4 ドーム状筐体
- 6 1 5 制御部
- 6 1 6 無線通信部
- 6 1 7 電源部
- 7 3 1 先端部
- 7 3 2 湾曲部
- 7 3 3 可撓針管

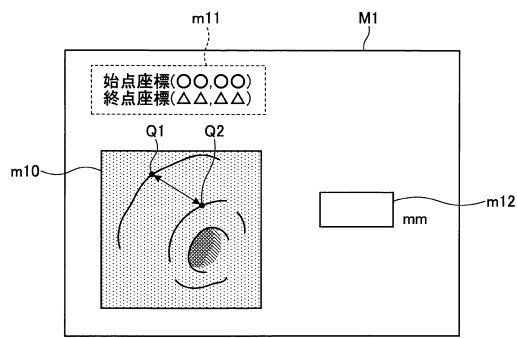
10

【要約】

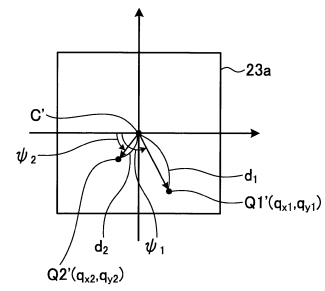
撮像部におけるデータ処理量や撮像部との間のデータ通信量を大幅に増加させることなく、高精度な深度情報を取得することができる画像処理装置等を提供する。撮像部から出力された被写体の像を表す画像データ及び被写体までの距離を表す測距データに基づいて画像処理を行う画像処理装置であって、上記測距データに基づいて、被写体に照射された照明光のパラメータを算出する照明光配光特性算出部 3 3 2 と、上記測距データから算出される被写体上の点における深度の勾配に基づいて、被写体により反射された照明光の反射光のパラメータを算出する反射光配光特性算出部 3 3 4 と、上記画像データと、照明光配光特性算出部 3 3 2 が算出した照明光のパラメータと、反射光配光特性算出部 3 3 4 が算出した反射光のパラメータとに基づいて、集光光学系の光軸方向における撮像部から被写体までの深度を算出する被写体距離算出部 3 4 0 とを備える。

20

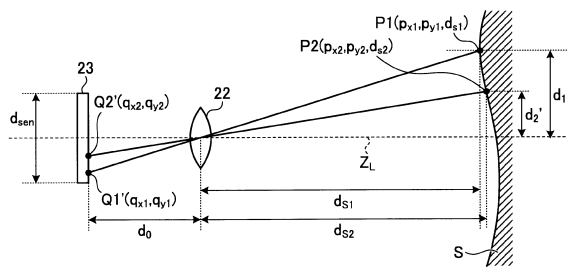
【図 1 1】



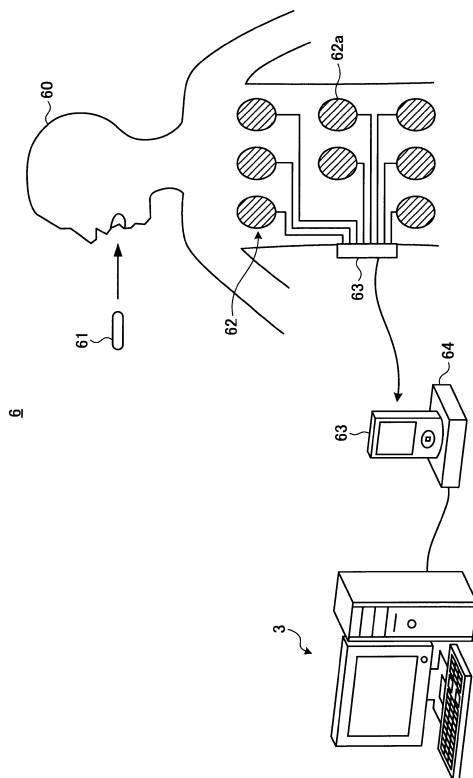
【図 1 3】



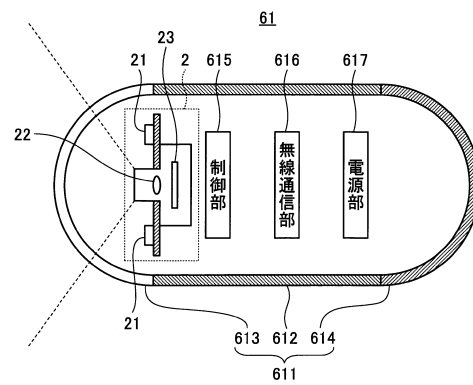
【図 1 2】



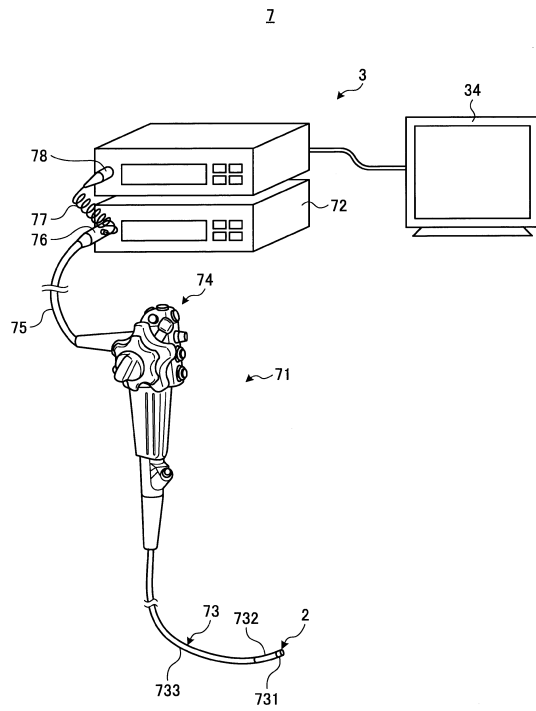
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2015 - 119277 (JP, A)
特開 2002 - 065585 (JP, A)
特開 2009 - 204991 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B	1 / 00	-	1 / 32
G 01 S	17 / 89		
G 02 B	23 / 24	-	23 / 26
G 03 B	35 / 00	-	37 / 06
H 04 N	5 / 222	-	5 / 257
61 B	5 / 103	-	5 / 113

专利名称(译)	图像处理装置，胶囊内窥镜系统和内窥镜系统		
公开(公告)号	JP6064106B1	公开(公告)日	2017-01-18
申请号	JP2016559465	申请日	2016-02-17
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	佐藤大介		
发明人	佐藤 大介		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/00045 A61B1/04 A61B1/041 G01S17/48 G01S17/88 G01S17/89 G02B23/2484 G06T7/521 G06T2200/04 G06T2207/10068 G01S17/86 G06T2200/24 G06T2207/10028		
FI分类号	A61B1/00.300.E A61B1/00.320.B		
审查员(译)	棕熊正和		
优先权	2015131904 2015-06-30 JP		
其他公开文献	JPWO2017002388A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种图像处理装置等，其能够在不显著增加成像单元中的数据处理量或与成像单元的数据通信量的情况下获取高精度的深度信息。一种图像处理设备，其基于表示从成像单元输出的表示被摄体的图像的图像数据和指示距被摄体的距离的测距数据来执行图像处理，基于该测距数据对被摄体进行照明。照明光分布特性计算单元332基于从距离测量数据计算出的，在被摄体上的点处的深度梯度来计算照明光的参数以及被摄体反射的照明光的反射光的参数。反射光分布特性计算单元334计算图像数据，由照明光分布特性计算单元332计算出的照明光参数和由反射光分布特性计算单元334计算出的反射光参数。并且被摄体距离计算单元340计算在聚光光学系统的光轴方向上从成像单元到被摄体的深度。

(19) 日本国特許庁 (JP)		(12) 特 許 公 報 (B1)		(11) 特許番号 特許第6064106号 (P6064106)	
(45) 発行日 平成29年1月18日 (2017.1.18)		(24) 登録日 平成28年12月22日 (2016.12.22)			
(51) Int. Cl. A 6 1 B 1/00 (2006.01)		F I A 6 1 B 1/00 3 0 0 E A 6 1 B 1/00 3 2 0 B			
請求項の数 7 (全 23 頁)					
(21) 出願番号 特願2016-559465 (P2016-559465)		(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地			
(86) (22) 出願日 平成28年2月17日 (2016.2.17)		(74) 代理人 110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所			
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/054621		(72) 発明者 佐藤 大介 東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地 オリ ンパス株式会社内			
(86) 審査請求日 平成28年9月27日 (2016.9.27)		審査官 植熊 政一			
(31) 優先権主張番号 特願2015-131904 (P2015-131904)					
(32) 優先日 平成27年6月30日 (2015.6.30)					
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)					
早期審査対象出願					
最終頁に続く					
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、カプセル型内視鏡システム、及び内視鏡システム					