

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5063480号  
(P5063480)

(45) 発行日 平成24年10月31日(2012.10.31)

(24) 登録日 平成24年8月17日(2012.8.17)

(51) Int.Cl.	F 1	
<b>GO 2 B 7/28 (2006.01)</b>	GO 2 B 7/11	N
<b>GO 2 B 7/36 (2006.01)</b>	GO 2 B 7/11	D
<b>GO 2 B 23/24 (2006.01)</b>	GO 2 B 7/11	H
<b>GO 2 B 23/26 (2006.01)</b>	GO 2 B 23/24	B
<b>HO 4 N 5/232 (2006.01)</b>	GO 2 B 23/26	D

請求項の数 16 外国語出願 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-136208 (P2008-136208)  
 (22) 出願日 平成20年5月26日 (2008.5.26)  
 (65) 公開番号 特開2009-58932 (P2009-58932A)  
 (43) 公開日 平成21年3月19日 (2009.3.19)  
 審査請求日 平成20年5月26日 (2008.5.26)  
 (31) 優先権主張番号 60/940,047  
 (32) 優先日 平成19年5月24日 (2007.5.24)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500498763  
 ジャイラス エーシーエムアイ インク  
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ サウ  
 スバーロウ ターンパイク ロード 13  
 6  
 (74) 代理人 100075258  
 弁理士 吉田 研二  
 (74) 代理人 100096976  
 弁理士 石田 純  
 (72) 発明者 マイケル ラブレンティフ  
 イスラエル ハイファ アッバ ハイレル  
 シルバー ストリート 113/14  
 (72) 発明者 スチュアート ウルフ  
 イスラエル ヨクニーム ヤーデン スト  
 リート 9

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オートフォーカス機構付き撮像システム及びその調整方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

オートフォーカス機構付き撮像システムを調整する方法であって、  
 ユーザ用制御子の操作による第1方向のスキャン開始の指示を検出したことを条件にスキャンを開始するステップを含むオートフォーカス機構のスキャン手順であるオートフォーカス手順の実行を求める実行指令を撮像システムのユーザから受け取るステップと、  
 その実行指令を受け取った後に、光学系の第1焦点位置から第2焦点位置への第1方向にオートフォーカス機構でスキャンさせるステップと、  
 第1方向のスキャン中に一群の画像を撮影させるステップと、  
 第1方向のスキャン中の一団の画像を処理することによって各画像毎に合焦指標値を計算するステップと、  
 計算された複数の合焦指標値に基づいて、合焦のために、最大値を基準とした所定範囲の閾値を設定するステップと、  
 ユーザ用制御子の操作による第1方向のスキャン終了指示を受けたことを条件に、予め定めた基準によりスキャンの方向を反転するか否かを判定し、第1方向のスキャンの後、スキャン方向を反転させて光学系の第2焦点位置から第1焦点位置への第2方向にオートフォーカス機構でスキャンさせるステップと、  
 第2方向のスキャン中に一群の画像を撮影させるステップと、  
 第2方向のスキャン中の一団の画像を処理することによって各画像毎に合焦指標値を計算するステップと、

10

20

第2方向のスキャン中において計算された合焦指標値が、設定された閾値以上になったときに、第2方向のスキャンを終了して、その位置を光学系の最適焦点位置とするステップと、

を有する方法。

【請求項2】

請求項1記載の方法であって、

第1方向のスキャンを開始し、第1方向のスキャン終了指示を受けた後、光学系の第2焦点位置まで第1方向のスキャンを継続させた後に、第2方向へスキャンの方向を反転する方法。

【請求項3】

請求項1または2に記載の方法であって、

合焦指標値の極大値を取得するステップと、

合焦指標値の極大値を示す画像を取得してから予め定めた所定の数の画像が取得されたことを判別するステップと、

合焦指標値の極大値を示す画像を取得してから予め定めた所定の数の画像が取得されたときの光学系の焦点位置を第2焦点位置とする方法。

【請求項4】

請求項3記載の方法であって、

合焦指標値の極大値と比べて予め定めた所定の割合だけ小さい合焦指標値を示す画像が取得されたか否か判別するステップを有し、

合焦指標値の極大値を示す画像を取得してから予め定めた所定の数の画像が取得され、合焦指標値の極大値と比べて予め定めた所定の割合だけ小さい合焦指標値を示す画像が取得されたときに、その所定の割合だけ小さい合焦指標値を示す画像が取得されたときの光学系の焦点位置を第2焦点位置とする方法。

【請求項5】

請求項1または2に記載の方法であって、

光学系の焦点位置がオートフォーカス機構の移動の限界値となる位置を第2焦点位置とする方法。

【請求項6】

請求項1記載の方法であって、撮像システムを構成するカメラ上のボタンをユーザ用制御子として用いる方法。

【請求項7】

請求項1記載の方法であって、合焦指標値を計算するため画像処理の際に画像のエッジを調べる方法。

【請求項8】

請求項1記載の方法であって、画像を処理する際その画像上にある複数のウィンドウ内で合焦指標値を計算し、その複数のウィンドウのうち少なくとも1個を選んで合焦指標値を解析することによって光学系の最適焦点位置を選択する方法。

【請求項9】

請求項1記載の方法であって、撮影する画像が被写体の内部構造であり、その撮影に内視鏡を用いる方法。

【請求項10】

請求項1記載の方法であって、撮像システムを色バランス処理用のターゲットに向けてそれを撮影するとき、オートフォーカス手順の実行を求める実行指令を受け取る方法。

【請求項11】

画像センサと、

画像センサ上に像を結ばせる撮像光学系であって、その光学系の焦点位置を調整するオートフォーカス機構を有する撮像光学系と、

オートフォーカス機構のスキャン手順であるオートフォーカス手順を起動させ停止させることができるユーザ操作可能なオートフォーカス制御子と、

10

20

30

40

50

オートフォーカス機構をスキャンさせるコントローラと、  
を備え、  
コントローラは、  
ユーザ用制御子の操作による第1方向のスキャン開始の指示を検出したことを条件にス  
キャンを開始するステップを含むオートフォーカス手順の実行を求める実行指令を撮像シ  
ステムのユーザから受け取るステップと、  
その実行指令を受け取った後に、光学系の第1焦点位置から第2焦点位置への第1方向  
にオートフォーカス機構でスキャンさせるステップと、  
第1方向のスキャン中に一群の画像を撮影させるステップと、  
第1方向のスキャン中の一群の画像を処理することによって各画像毎に合焦指標値を計  
算するステップと、  
計算された複数の合焦指標値に基づいて、合焦のために、最大値を基準とした所定範囲  
の閾値を設定するステップと、  
ユーザ用制御子の操作による第1方向のスキャン終了指示を受けたことを条件に、予め  
定めた基準によりスキャンの方向を反転するか否かを判定し、第1方向のスキャンの後、  
スキャン方向を反転させて光学系の第2焦点位置から第1焦点位置への第2方向にオート  
フォーカス機構でスキャンさせるステップと、  
第2方向のスキャン中に一群の画像を撮影させるステップと、  
第2方向のスキャン中の一群の画像を処理することによって各画像毎に合焦指標値を計  
算するステップと、  
第2方向のスキャン中において計算された合焦指標値が、設定された閾値以上になった  
ときに、第2方向のスキャンを終了して、その位置を光学系の最適焦点位置とするステッ  
プと、  
を実行することを特徴とするオートフォーカス機構付き撮像システム。

10

20

## 【請求項12】

請求項11記載の撮像システムであって、撮像システムを構成するカメラ上のボタンを  
ユーザ用制御子として用いることを特徴とするオートフォーカス機構付き撮像システム。

## 【請求項13】

請求項12記載の撮像システムであって、コントローラは、合焦指標値を計算するため  
画像処理の際に画像のエッジを調べることを特徴とするオートフォーカス機構付き撮像シ  
ステム。

30

## 【請求項14】

請求項12記載の撮像システムであって、コントローラは、画像を処理する際その画像  
上にある複数のウィンドウ内で合焦指標値を計算し、そのウィンドウのうち少なくとも1  
個を選んで合焦指標値を解析することによって光学系の最適焦点位置を選択することを特  
徴とするオートフォーカス機構付き撮像システム。

## 【請求項15】

請求項12記載の撮像システムであって、撮影する画像が被写体の内部構造であり、そ  
の撮影に内視鏡を用いることを特徴とするオートフォーカス機構付き撮像システム。

## 【請求項16】

請求項12記載の撮像システムであって、コントローラは、撮像システムを色バランス  
処理用のターゲットに向けてそれを撮影するとき、オートフォーカス手順の実行を求める  
実行指令を受け取ることを特徴とするオートフォーカス機構付き撮像システム。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本願は、2007年5月24日付で提出された米国暫定特許出願第60/940047号に基づく優先権主張を伴い当該出願に基づく利益を享受する出願である。なお、当該暫定特許出願の内容はこの参照を以て本願に繰り入れられ、あらゆる意味で本願記載事項と

50

して扱われるべきものとする。

【0002】

本発明は電子撮像、とりわけ医用電子撮像装置におけるオートフォーカスに関する。

【背景技術】

【0003】

内視鏡カメラは、相応の内視鏡光学系を介して被写体の内部構造を撮像し表示用の画像を得る手段であり、大抵はオートフォーカス機構を内蔵している。オートフォーカス機構は撮影した画像の質が良好になるよう内視鏡光学系を自動的に合焦させる。

【0004】

内視鏡撮像の分野で既知のオートフォーカス機構には様々な種類がある。例えばこの参照を以て本願に繰り入れられるところの特許文献1には、焦点の合った被写体画像が得られるよう、見たい被写体までの距離に基づき光学系の焦点位置を自動制御するオートフォーカス装置が記載されている。この装置では、被写体照明用光源の強度を変化させてその被写体からの反射光の強度を計測することで被写体までの距離を自動検知し、更にその距離に応じてフォーカスレンズを動かし焦点を合わせて画像を撮影する。

10

【0005】

また例えば、この参照を以て本願に繰り入れられるところの特許文献2には、内視鏡画像における画像エリア非画像エリア間境界を利用し内視鏡光学系の焦点位置を制御するオートフォーカス型内視鏡システムが記載されている。この手法であれば、オートフォーカス動作がよりロバストになり、コントラストの環境依存性に左右されにくくなる。

20

【0006】

【特許文献1】米国特許第4389565号明細書

【特許文献2】米国特許第6749561号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、何らかの撮像パラメータを計測しそのパラメータが最適になるよう撮像用光学系の焦点位置を変化させる従来のオートフォーカス機構では、パラメータ変化に応じ自動実行される焦点位置再探索で、最適な焦点位置がなかなか見つからないことがある。例えば、焦点位置再探索に長時間を費やした挙げ句に焦点が外れてしまったり、シーンが変わるといわずらに焦点位置再探索が行われたり、といった問題が、内視鏡の分野等ではしばしば生じている。そのため、オートフォーカス方法及びシステムを改良することが求められていた。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

後述する本発明の実施形態においては、こうしたオートフォーカス上の問題を解決するためシステムのユーザから支援を受ける。ユーザから指令を与えてオートフォーカス動作を開始させると、オートフォーカス機構が撮像用光学系の焦点位置についてのスキャンを開始する。オートフォーカス機構によって始点である光学系の第1焦点位置から第2焦点位置までスキャンが行われている間に、システムは画像を撮影させその合焦指標値を調べる。この自動探索によって光学系の最適焦点位置が見つかった後は、その焦点位置をオートフォーカス機構によって維持する。即ち、ユーザが再びオートフォーカス制御子を操作するまでは、仮に画像特性が変化したとしても焦点位置再探索は行わないようにする。

40

【0009】

実施に当たっては、光学系の第2焦点位置、ひいては最適焦点位置探索時にオートフォーカス機構がスキャンする範囲を、例えばユーザによる相応の入力操作で指定及び制御する。ユーザによる光学系の第2焦点位置の指定は、その第2焦点位置における撮像用光学系の焦点位置が光学系の最適焦点位置の近似値となるよう行うのが望ましい。この種のユーザ入力、適切な光学系の焦点位置へとシステムを迅速に収束させる上で助けになる。

【0010】

50

また、後述の実施形態では内視鏡撮像に本発明が適用されているが、本発明の原理はこれ以外の電子撮像分野にも同様に適用することができ、それによってその分野でインタラクティブなオートフォーカス機能を提供することができる。

【0011】

ここに、本発明の一実施形態に係る方法は、オートフォーカス機構付き撮像システムを調整する方法であって、オートフォーカス手順の実行を求める指令を撮像システムのユーザから受け取るステップと、その指令を受け取った後に、光学系の第1焦点位置と第2焦点位置への第1方向にオートフォーカス機構でスキャンさせるステップと、そのスキャン中に撮像システムに一群の画像を撮影させるステップと、上記一群の画像を処理することによって画像毎に合焦指標値を計算するステップと、合焦指標値を解析することによって 10  
光学系の最適焦点位置を選択するステップと、オートフォーカス機構で光学系の焦点位置を光学系の最適焦点位置に合わせるステップと、を有する。

【0012】

また、本発明の一実施形態に係る撮像装置は、画像センサと、画像センサ上に結像するよう構成されており、その光学系の焦点位置を調整するためのオートフォーカス機構を有する撮像用光学系と、本装置のユーザによって操作されたとき、オートフォーカス手順の実行を求める指令を発するオートフォーカス制御子と、その指令を受け取った後に、光学系の第1焦点位置と第2焦点位置への第1方向にオートフォーカス機構にスキャンさせ、そのスキャン中に撮像システムが撮影した一群の画像を処理することによって画像毎に合焦指標値を計算し、その合焦指標値を解析することによって光学系の最適焦点位置を選択し、オートフォーカス機構で光学系の焦点位置をその光学系の最適焦点位置に合わせる 20  
コントローラと、を備える。

【0013】

実施に当たっては、例えば、撮像システムと連携するユーザ用制御子が操作及び解放されたことを検知することにより、上記指令を受け取る。ユーザ用制御子としては、例えば撮像システムを構成するカメラ上のボタンを用いる。オートフォーカス機構によるスキャンに当たっては、例えばユーザ用制御子が解放されたときの光学系の焦点位置を以て光学系の第2焦点位置と見なすとよい。

【0014】

画像を処理するには、合焦指標値を計算するため例えば画像のエッジを調べる。 30

【0015】

実施に当たっては、例えば、画像を処理する際その画像上にある複数のウィンドウ内で合焦指標値を計算し、そのウィンドウのうち少なくとも1個を選んで合焦指標値を解析することによって光学系の最適焦点位置を選択する。

【0016】

実施に当たっては、オートフォーカス機構によって第1方向沿いに光学系の焦点位置をスキャンさせ、更にその第1方向とは逆の第2方向沿いに光学系の焦点位置を少なくとも1回スキャンさせることによって、光学系の最適焦点位置を探すとよい。例えば、第1方向沿いスキャンの最中に、光学系の最適焦点位置を表すしきい値を合焦指標値に関し設定し、第2方向沿いスキャンを、合焦指標値がしきい値をよぎったとき又は所定の制限時間が満了したときに終了させる。 40

【0017】

実施に当たっては、例えば被写体の内部構造を内視鏡により撮影する。

【0018】

また、撮像システムを色バランス処理用のターゲットに向けそれを撮影するときに上記指令を受け取るようにしてもよい。

【0019】

本発明には、後に詳細に図示説明する通り、上掲のもの以外にも様々な実施形態がある。いずれの実施形態も、既知のコンピュータデバイス用記憶・記録媒体上に保存された機械可読且つ機械可実行な命令群、という形態を採って実施することができる。 50

## 【 0 0 2 0 】

そして、以上の説明は本発明の実施形態及び特徴事項を限定列挙する趣旨のものではない。本件技術分野において習熟を積まれた方々（いわゆる当業者）ならば、後掲の詳細説明及び図面を併せ参照することで他の実施形態に想到することができる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 1 】

以下、本発明についてよりの確にご理解頂くため、その実施形態について別紙図面を参照しつつ詳細に説明する。

## 【 0 0 2 2 】

図示した構成は、「従来技術」との注記があるものを除き本発明の実施形態である。

10

## 【 0 0 2 3 】

本発明の代表的な実施形態を表す図 1 ~ 図 5 では、同一又は同様の構成要素に同一の参照符号を付してある。

## 【 0 0 2 4 】

図 1 に、本発明の一実施形態に係る内視鏡撮像システム 20 を模式的且つ描写的に示す。これは、患者 26 の体内組織 (anatomical structure) を内視鏡 24 越しに捉え、ビデオカメラ 22 でその画像 30 を撮影するシステムであり、その内視鏡 24 例えばリジッド型腹腔鏡の手許部 (体外に残っている部分) にカメラ 22 が連結されている。但し、内視鏡 24 はリジッドに限らずフレキシブルでもよいし、腹腔鏡以外の内視鏡であってもよい。また、カメラ 22 は内視鏡 24 の手許部に限らず先端部に設けてもよいが、光学系の焦点位置を自動調整できるよう構成しておく必要がある。更に、機械検査システムや顕微鏡システム等、内視鏡撮像システム以外の撮像システムに対しても、本発明の着想を適用することができる。

20

## 【 0 0 2 5 】

カメラ 22 はその撮像光学系 36 によって画像センサ 38 上に像を結ばせる仕組みであり、そのセンサ 38 としては CCD センサ、C-MOS センサ等の検知デバイスが 1 個又は複数個使用されている。光学系 36 は可調型であり、その光学系の焦点位置を外部制御で変化させセンサ 38 上に像を結ばせることができる。光学系の焦点位置を調整する機構は本件技術分野で既知のものでよく、この例では光学系 36 のレンズのうち 1 枚又は複数枚をモータで動かしている。使用時には、ユーザ 28 (通常は医療従事者) が内視鏡 24 を手繰り意中の体内組織に向け、その像を捉えるセンサ 38 の出力をコンソール 32 で処理し、その結果に基づきビデオ画像 30 を相応のフォーマットで表示乃至出力する。

30

## 【 0 0 2 6 】

患者体内に内視鏡 24 を差し入れ意中の体内組織に向けた後、ユーザ 28 はオートフォーカス制御子 34 又は 35 を操作してオートフォーカス手順を起動させる。オートフォーカス手順は光学系 36 の焦点位置を最適化する手順であり、これについては後に別紙図面を参照して説明する。オートフォーカス手順の起動は、色バランス調整 (例えば白バランス調整) と併せ実施することもできる。それには内視鏡 24 を操作し校正ターゲット (例えば図示しない白色パッド) に向ければよい。また、図中の制御子 34 及び 35 は二連の押しボタンであり、これを操作することによって、オートフォーカス機構に対し光学系の焦点位置の前進及び後退を指令することができる。但し、本システム 20 では、これ以外の種類の押しボタン、スイッチ乃至制御子をオートフォーカス制御子として用いることもでき、またその個数を任意の個数例えば 1 個にすることもできる。オートフォーカス手順は、コンソール 32 による制御の下で、或いはカメラ 22 その他のハウジング内に収容された他の適当なコントローラによって、或いはそれらの組み合わせで実行する。

40

## 【 0 0 2 7 】

図 2 に、本発明の一実施形態におけるユーザ支援オートフォーカス手順の流れを模式的に示す。本手順はユーザ 28 がオートフォーカス制御子 34 又は 35 を押下すると開始される (起動ステップ 40)。その制御子が押されている間、コントローラ例えばコンソール 32 は光学系 36 のオートフォーカス機構を制御し、光学系の焦点位置をある範囲内で

50

前進方向又は後退方向にゆっくりスキャンしつつ、撮影を行わせる。

【 0 0 2 8 】

その途上で画像センサ 3 8 により撮影された一群の画像 3 0 は、コントローラによって出力例えば対ユーザ表示される。コントローラは、それらの画像 3 0 の特性のうち合焦の度合い ( image focal quality ) を表す指標値を一種類又は複数種類計測し、その合焦指標値を光学系の焦点位置に関連づけて記録する ( 指標値計測ステップ 4 2 )。合焦指標値としては、像のエッジにおけるシャープネス又はコントラストを表すエッジネス指標値等を計測するとよい。コントローラは、例えば、適当なカーネルを用い画像をデジタルフィルタリングし、得られたフィルタ出力値を総和することによって、その画像のエッジネス指標値を導出する。カーネルとしては例えば

【 数 1 】

$$\begin{pmatrix} -1 & 2 & -1 \\ 2 & -4 & 2 \\ -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

を使用する。或いは、画素毎にその画素を含む所定規模 ( 例えば 3 画素 × 3 画素 ) の領域を設定し、その領域内で最大画素値と最小画素値の差を求めて出力するフィルタを用いてもよい。コントローラで計測でき合焦の度合いを表すものであれば、以上のものに限らず様々な画像特性指標値を単独で又は組み合わせて使用することができる。

【 0 0 2 9 】

ユーザ操作で起動されたこの光学系の焦点位置スキャンは、その制御子を解放する ( 解放ステップ 4 4 ) 等、そのユーザが所定の方法、所作又は手順でオートフォーカス制御子进行操作すると終わる。ユーザは、表示される画像 3 0 の画質が最良に見えたとき、制御子进行操作してスキャンを終了させることで、光学系の焦点位置をその理想値に概ね一致させることができる。この状態からコントローラによる制御で光学系の焦点位置を再スキャンする必要は全く又はほとんどなく、また当該再スキャンで意中の被写体にシャープに合焦する蓋然性も高い。とはいえ、スキャンを光学系の焦点位置のどこで終了させるかは、ユーザの意思に委ねられている。

【 0 0 3 0 】

ステップ 4 0 ~ 4 4 を終えた時点では、光学系の焦点位置のある範囲内の個々の焦点位置に対応する合焦指標値がコントローラに集まっている。コントローラは、集まっている指標値を調べることによって、以後どのように光学系の焦点位置を自動調整すべきか判別する ( 判別ステップ 4 6 )。現在の光学系の焦点位置における合焦指標値が好適な ( 例えば最良の ) 値であるなら、コントローラはオートフォーカス手順を中断し爾後の動作をやめる。

【 0 0 3 1 】

それ以外の場合、コントローラは、どちらの方向に光学系の焦点位置を調整すれば合焦度が高まるかを収集済の合焦指標値に基づき調べて調整方向を決定する。コントローラは、その方向に沿って光学系 3 6 の焦点位置が移動していくようオートフォーカス機構を制御する ( 自動調整ステップ 4 8 )。コントローラは、合焦指標値に有意極大値が現れる光学系の焦点位置を通過するまでこの調整を続けさせる。“有意”極大値とは、例えば、ある基底値を所定のしきい値分又は所定割合上回る合焦指標値のことである。通過することで有意極大値を認識したコントローラは、オートフォーカス機構を制御して光学系の焦点位置を逆方向に変化させ、合焦指標値が有意極大値を呈する光学系の焦点位置に合わせる ( 終了ステップ 5 0 )。その際には、合焦指標値の変化をトレースしながら、有意極大値を呈した光学系の焦点位置まで戻してもよいし、有意極大値を呈した光学系の焦点位置に戻すのに必要な時間又は距離を調べ、その分だけオートフォーカス機構を駆動してもよい

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

図 3 A 及び図 3 B に、図 2 に示した実施形態に係る方法の流れをより詳細且つ説明的に示す。先に説明した通り、ユーザがステップ 4 0 で制御子 3 4、3 5 又はその双方を操作すると、コントローラはオートフォーカス機構例えばモータを駆動して光学系の焦点位置を変化させ、光学系の焦点位置毎に画像エッジネス指標値 ( I E M ) を計算する ( I E M 収集ステップ 6 0 )。コントローラは、得られた I E M を解析してその極大値及び基底値を探す。基底値としては例えば I E M の極小値を探す。

## 【 0 0 3 3 】

I E M の計算は、画像全体を対象に行ってもよいし画像上に設定した特定のウィンドウ内に絞って行ってもよい。ウィンドウは例えば画像中央の指定エリア上に設定し、そのサイズ及び形状は用途上の必要に応じ調整する。また、使用するウィンドウを複数のウィンドウ候補のなかから動的に選出するようにしてもよい。それにより、I E M 極大値を最大にし又は I E M 極大値と基底値のコントラストを最善にすることや、ステップ 4 4 にてユーザが直ちに制御子 3 4 又は 3 5 を解放するであろう光学系の焦点位置に焦点位置乃至 I E M 極大値を近づけることができる。これに加え又は代えて、相異なる複数のウィンドウそれぞれで I E M を計算し、ウィンドウ毎に計算した都合複数通りの I E M に基づき光学系の焦点位置を設定してもよい。

## 【 0 0 3 4 】

この初期焦点位置スキャンは、前述の通りステップ 4 2 でユーザが制御子 3 4 又は 3 5 を解放したとき終了するほか、制御子未解放のままオートフォーカス機構による光学系の焦点位置調整限界に達したとき ( 範囲制限ステップ 6 2 ) にも終了する。即ち、光学系の焦点位置がその調整限界に到達すると、コントローラはその光学系の焦点位置で焦点位置スキャンを終了する ( 探索終了ステップ 6 4 )。調整限界に至った光学系の焦点位置でユーザが満足して制御子を解放するとオートフォーカス手順は終了するが、満足できなければユーザによる制御子再操作に応じステップ 4 0 更にはステップ 6 0 が再実行される。今回のステップ 6 0 では、コントローラは直前のスキャンとは逆方向に引き返すようオートフォーカス機構を作動させる。

## 【 0 0 3 5 】

ステップ 4 2 にてユーザがそのオートフォーカス制御子を解放すると、コントローラはステップ 6 0 の継続時間が十分であったか否か、即ち所要下限個数以上の画像フレームから I E M データを収集できたか否かを判別する ( I E M 確保判別ステップ 6 6 )。信頼に足る結果を得るには、通常、コントローラに最低 1 0 フレーム分のデータを集める必要がある。データ収集済フレーム数が十分な個数に達しないうちにユーザが制御子を解放してしまった場合、コントローラはオートフォーカス機構を引き続き稼働させて I E M データを収集する ( 継続稼働ステップ 6 8 )。この収集は、データ収集済フレーム数が十分な個数に達するか光学系の焦点位置がその調整限界に達するまで継続される。

## 【 0 0 3 6 】

また、データ収集済フレーム数が下限個数未満のうちにユーザ 2 8 がそのオートフォーカス制御子を解放した場合に、ステップ 6 4 に移行して探索を停止させるようにしてもよい。その場合も、ユーザは光学系の焦点位置調整を手動で行うことができる。

## 【 0 0 3 7 】

焦点位置スキャンで十分な個数のフレームからデータを収集し終えたコントローラは、焦点位置スキャン中に光学系の最適焦点位置を通過したか否かを、I E M が有意極大値になったか否かによって判別する ( 焦点位置検出ステップ 7 0 )。例えば、画像に焦点が合っていないとき又はエッジが存在していないときの I E M のレベル等を平均画像背景レベルとして計測又は初期設定し、I E M の極大値と極小値の差をその平均画像背景レベルと比較する。I E M の極大値と極小値の差が平均画像背景レベルの所定倍例えば 3 倍を超えた場合、その極大値は有意極大値と見なしてよい。有意極大値の識別は他の条件、例えば図 5 を参照して後述する I E M 変化曲線で代用して又はその曲線と併用して行ってもよい

10

20

30

40

50

が、いずれにせよ、スキャン中に I E M が有意極大値を採っていない場合はステップ 6 4 に移行して探索を終了する。ユーザに対しては、焦点位置スキャンを再開させるならオートフォーカス制御子を操作せよと督励する。

【 0 0 3 8 】

ステップ 7 0 にて有意極大値を見つけた場合、コントローラは、その有意極大値がスキャン終了間際の数フレーム以内に生じたものが否かを判別する（極大値識別ステップ 7 2）。もしそうなら、コントローラは、直近のステップ 6 0 でのスキャン方向と同方向に焦点位置が変化していくようオートフォーカス機構を稼働させる（スキャン順行ステップ 7 4）。これを実行するのは、その有意極大値が実際には最善でなくローカルな極大値であった場合でも、理想的な光学系の焦点位置を撮り逃さないようにするためである。逆に、有意極大値が現れたのがステップ 6 0 におけるスキャンの終了から数フレーム以上前である場合、コントローラはオートフォーカス機構を逆方向に稼働させる（スキャン反転ステップ 7 6）。有意極大値が現れたフレームからどちら側にスキャンするにしても、オートフォーカス機構における光学系の焦点位置調整限界又はそのごく近傍で有意極大値が生じた場合を除き、コントローラは十分な範囲を探索して少なくとも 1 0 フレーム分のデータを得ることができよう。

10

【 0 0 3 9 】

ステップ 7 4 及び 7 6 のどちらを実行する場合でも、コントローラは I E M データの収集を続けその極大値及び極小値を探索する（I E M 収集ステップ 7 8）。コントローラは、収集したデータに基づき焦点位置理想値識別用のしきい値 T H R E S H O L D 1 を設定する（第 1 しきい値設定ステップ 8 0）。例えば、有意極大値出現フレームから K 個後のフレームで計測した I E M をしきい値 T H R E S H O L D 1 とする。K は例えば 4 とする。ステップ 8 0 での光学系の焦点位置スキャン及び I E M 収集は、光学系の焦点位置がオートフォーカス機構による光学系の焦点位置の調整限界に達するまで（限度判別ステップ 8 2）又は終了条件が成立するまで（スキャン終了ステップ 8 4）継続される。終了条件としては、例えば、I E M が極大値を呈したフレームから現フレームまでに十分な個数（例えば 1 0 個）のフレームが経過したという条件並びにその極大値に比べ現フレームの I E M が遙に（例えば 2 5 % 以上）小さな値であるという条件を使用する。

20

【 0 0 4 0 】

コントローラは、光学系の焦点位置がその限界値に達した旨ステップ 8 2 で判別した場合や終了条件が成立した旨ステップ 8 4 で判別した場合、そのスキャン方向を再反転させた上で（スキャン再反転ステップ 8 6）、I E M に極大値をもたらした光学系の焦点位置を挟んで且つ最適な合焦状態に収束するまで、オートフォーカス機構に反復スキャンを行わせる。その手始めに、コントローラは、ステップ 7 8 にて収集した I E M が極大値を呈するフレームから現フレームまでの距離（フレーム数）に、オーバシュート分のフレーム数 M 1 を加算した値を、カウントダウンタイマにセットする（カウントダウン設定ステップ 8 8）。M 1 は例えば 1 0 にする。このカウントダウンタイマを使用するのは、後述するように、カメラ 2 2 で撮影しているシーンの切り替わりに伴い I E M と光学系の焦点位置との関係が変わったとき等に、不要な往復スキャンが行われるのを防ぐためである。

30

【 0 0 4 1 】

コントローラは、ステップ 8 6 にてスキャン方向を反転させたオートフォーカス機構を稼働させ（収束スキャンステップ 9 0）、捉えた画像から計算した I E M がしきい値 T H R E S H O L D 1 をよぎるフレームを検知し（しきい値判別ステップ 9 4）、そのフレームに係る光学系の焦点位置でスキャンを終了する（処理終了ステップ 9 6）。このときの光学系の焦点位置と理想的な光学系の焦点位置の間には大抵は僅かな差しかない。

40

【 0 0 4 2 】

また、ステップ 9 0 でオートフォーカス機構によるスキャンを行っているとき、コントローラは、先に設定してあるカウントダウンタイマを、画像フレームを 1 個処理する毎にデクリメントする。コントローラは、カメラ 2 2 で撮影しているシーンが切り替わる等としたため（前述）ステップ 9 4 におけるしきい値条件が成立しないままカウントダウンタ

50

イマが0に到達した場合（タイマ判別ステップ98）、実行中のスキャンを終了してスキャン方向を再反転させる（最終反転ステップ100）。コントローラは、そのスキャン方向反転に先立ち、ステップ90にて収集したIEMにおける極大値を求め、その極大値を呈したフレームから数えてK個後のフレームのIEMを、新たなしきい値THRESHOLD2に設定する（新しい値設定ステップ92）。コントローラは、更に、カウントダウンタイマに終了判定値M2をセットする（最終タイマセットステップ102）。フレーム数M2は、原則として、先にセットしたオーバシュートM1より大きな値にする。また、このM2は、後続するスキャンでIEMの有意極大値が見つからなかったとき、IEMが極大値になることが判明している光学系の焦点位置又はその近傍の光学系の焦点位置がオートフォーカス機構によって設定されることとなるよう、定めておく。

10

## 【0043】

コントローラは、更に、ステップ100にてそのスキャン方向を反転させたオートフォーカス機構を稼働させ、IEMの値を計算し、そしてカウントダウンタイマをデクリメントする（最終スキャンステップ104）。処理中のフレームにおけるIEMがしきい値をよぎった場合（最終しきい値判別ステップ106）やカウントダウンタイマが0に達した場合（最終タイマ判別ステップ108）には、ステップ96に進んでスキャンを終了させる。このときカメラ22の焦点位置は最適な値又はその近傍になっており、ユーザは意中の体内組織を好適に撮影乃至視認することができる。ステップ106及び108における判別がいずれも不成立の場合や、何らかの理由で引き続き光学系の焦点位置を再調整する必要がある場合には、ユーザは制御子34又は35の操作例えば押下でオートフォーカス手順を再起動させることができる。

20

## 【0044】

図4に、本発明の他の実施形態におけるユーザ支援オートフォーカス手順の流れを模式的に示す。本実施形態（及び後述する図5の実施形態）では、ユーザによるオートフォーカス制御子34又は35の操作はオートフォーカス手順起動操作（起動ステップ110）だけでよい。即ち、ユーザが光学系の最適焦点位置又はその近傍で制御子を解放しなくても、コントローラは自律的にオートフォーカス機構にスキャンを行わせる（スキャンステップ112）。

## 【0045】

コントローラは、スキャンで得られた画像フレームからエッジネス指標値（IEM）を計算して記録し、それに有意極大値が出現したか否かを判別する（判別ステップ114）。スキャンした光学系の焦点位置の範囲内でIEMが有意極大を呈した場合、コントローラは、図3A及び図3Bに示した手順と同じくスキャン方向を反転させて探索を繰り返す（反転スキャンステップ116）。そして、コントローラは、（カウントダウン）タイマや計測したIEMに従いオートフォーカス機構を制御することによって、光学系の焦点位置を最適な即ちIEMが極大になる距離に戻す（最終設定ステップ118）。

30

## 【0046】

図5に、本発明の更に他の実施形態におけるユーザ支援オートフォーカス手順の流れを模式的に示す。図4に示した実施形態と同じく本実施形態でも、ユーザによるオートフォーカス制御子の操作は起動時の1回でよい（起動ステップ120）。コントローラは、オートフォーカス機構を用い原則としてその調整限界まで光学系の焦点位置を変化させていき（スキャンステップ122）、前掲の各実施形態と同様に画像フレームからエッジネス指標値を計算して収集する。

40

## 【0047】

但し、本実施形態では単純にローカル極大値を探すのではない。コントローラが探すのは離焦曲線を伴った極大値、即ち合焦状態から外れつつあることを示す形状の変化曲線上に現れた極大値である（離焦評価ステップ124）。言い換えれば、コントローラは、光学系の焦点位置（又はそれと等価な量である時間又はフレーム数）に対するIEMの変化曲線を求め、当該IEM曲線の勾配値が期待域内に入っていることを確かめる。この確認が成り立っているなら、オートフォーカス機構で好適な光学的な焦点位置を見つけられた

50

ということである。光学系のフォーカスではなく偽像によってIEM曲線上に発生するローカル極大値に、収束しているわけではない。なお、同種の確認は、図2、図3A、図3Bに示した上述の手順にも盛り込むことができる。

【0048】

離焦を表すIEM曲線を伴う極大値を見つけた場合、コントローラは、その極大値を呈した光学系の焦点位置までオートフォーカス機構によって光学系の焦点位置設定を戻す（最終設定ステップ126）。それ以外の場合、コントローラは、スキャン方向を反転させて焦点位置スキャンを繰り返し（スキャン反転ステップ128）、再びIEMを計算及び解析することによって、離焦曲線を伴うローカル極大値を探索する（反転評価ステップ130）。もしそのような形状の曲線を伴うローカル極大値が見つからなかったら、コントローラは、光学系の焦点位置の調整可能範囲全体を調べてIEMのグローバル極大値（最大値）を求め、その最大値を呈した焦点位置に光学系の焦点位置を設定する（ステップ126）。

10

【0049】

なお、本発明は、上述した方法（手順）乃至システムの形態だけでなく、命令群（即ちソフトウェア）が格納されたコンピュータ可読媒体の形態でも実施することができる。その命令群は既存の計算機及びプロセッサで実行できるように作成し、またその実行によって本発明の手順乃至その構成ステップが実行されるように作成する。本発明は、更に、本発明のシステム乃至その構成装置の製造乃至組立方法としても実施することができる。

【0050】

ご理解頂ける通り、以上の説明は本発明の実施形態についての例示説明に過ぎない。本発明の技術的範囲は図示説明した具体例に限定されるわけではなく、上述した各種構成要素のコンビネーション及びサブコンビネーションや、本願における説明を参照することによっていわゆる当業者が想到できる変形物及び改良物であって従来知られていなかったものも、本発明の技術的範囲に包含されるものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の一実施形態に係るユーザ支援オートフォーカス機構を備える内視鏡撮像システムを模式的且つ描写的に表した図である。

【図2】本発明の一実施形態におけるユーザ支援オートフォーカス手順を模式的に示すフローチャートである。

30

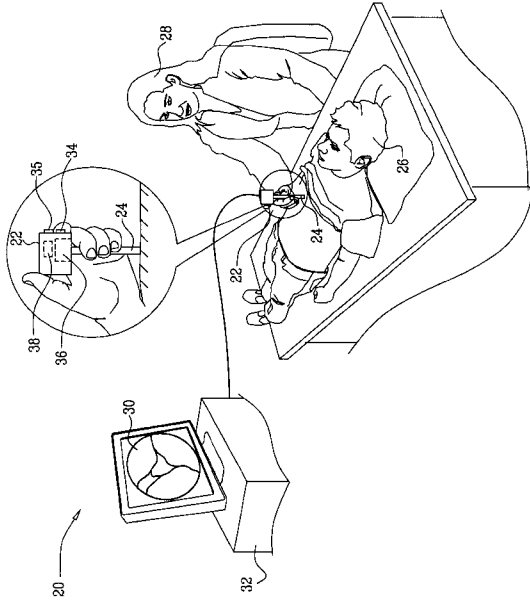
【図3A】図2に示した実施形態の手順の詳細を模式的に示すフローチャートである。

【図3B】図2に示した実施形態の手順の詳細を模式的に示すフローチャートである。

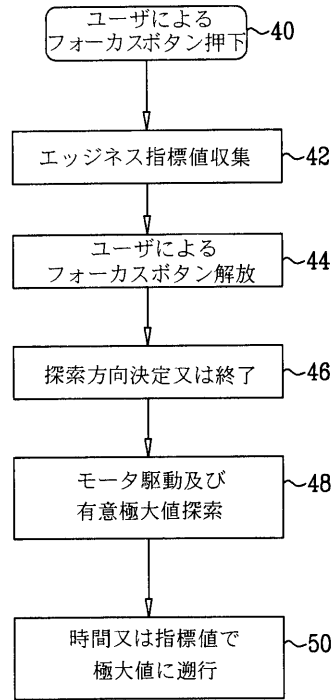
【図4】本発明の他の実施形態におけるユーザ支援オートフォーカス手順を模式的に示すフローチャートである。

【図5】本発明の他の実施形態におけるユーザ支援オートフォーカス手順を模式的に示すフローチャートである。

【図1】



【図2】



【図3A】

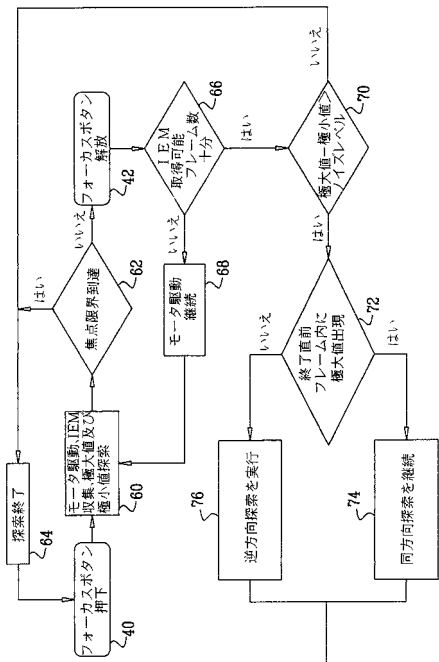


図3B中のステップ78へ

【図3B】

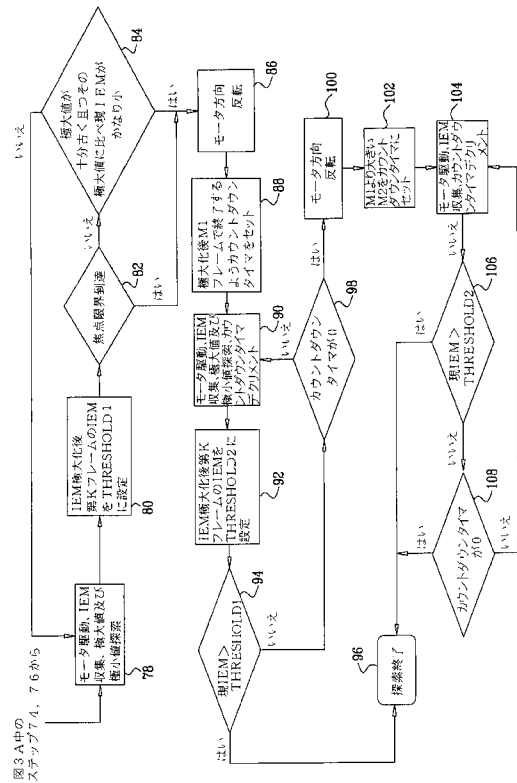
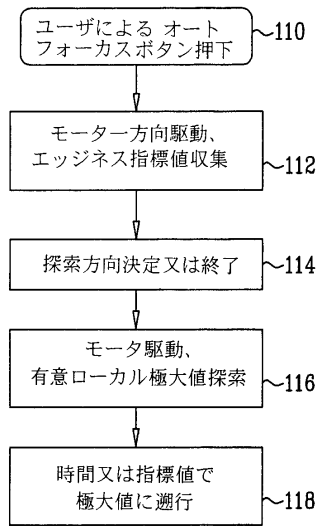
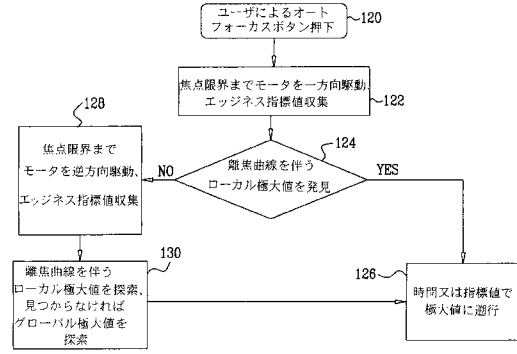


図3A中のステップ74, 76から

【図4】



【図5】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			
<b>A 6 1 B</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 4 N	5/232		H
<b>A 6 1 B</b>	<b>1/04</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	1/00	3 0 0 Y	
<b>G 0 3 B</b>	<b>13/36</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	1/04	3 7 0	
			G 0 3 B	3/00		A

(72)発明者 ドロン アドラー  
 イスラエル ネシャール ハヌリオット ストリート 24

(72)発明者 アルバート エム ジュアージェンス ザ サード  
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ ボイルストン メイン ストリート 1170

審査官 齋藤 卓司

(56)参考文献 特開平11-103408(JP,A)  
 特開平04-037827(JP,A)  
 特開2006-171588(JP,A)  
 特開2000-338387(JP,A)  
 特開2002-318341(JP,A)  
 特開昭63-281576(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 7 / 2 8  
 A 6 1 B 1 / 0 0  
 A 6 1 B 1 / 0 4  
 G 0 2 B 7 / 3 6  
 G 0 2 B 2 3 / 2 4  
 G 0 2 B 2 3 / 2 6  
 G 0 3 B 1 3 / 3 6  
 H 0 4 N 5 / 2 3 2

专利名称(译)	具有自动对焦机构的成像系统及其调整方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP5063480B2</a>	公开(公告)日	2012-10-31
申请号	JP2008136208	申请日	2008-05-26
[标]申请(专利权)人(译)	捷锐士阿希迈公司(以奥林巴斯美国外科技术名义)		
申请(专利权)人(译)	上回代理CMI油墨		
当前申请(专利权)人(译)	上回代理CMI油墨		
[标]发明人	マイケルラブレンティブ スチュアートウルフ ドロンアドラー アルバートエムジュアージェンスザサード		
发明人	マイケル ラブレンティブ スチュアート ウルフ ドロン アドラー アルバート エム ジュアージェンス ザ サード		
IPC分类号	G02B7/28 G02B7/36 G02B23/24 G02B23/26 H04N5/232 A61B1/00 A61B1/04 G03B13/36		
CPC分类号	A61B1/00188 A61B1/04 A61B1/05 G02B7/38 H04N5/23212 H04N2005/2255		
FI分类号	G02B7/11.N G02B7/11.D G02B7/11.H G02B23/24.B G02B23/26.D H04N5/232.H A61B1/00.300.Y A61B1/04.370 G03B3/00.A A61B1/00.731 A61B1/00.735 A61B1/04 A61B1/045.610 G02B7/28.H G02B7/28.N G02B7/36 G03B13/36 H04N5/225.500 H04N5/232 H04N5/232.120		
F-TERM分类号	2H011/AA06 2H011/BA31 2H011/BB03 2H040/BA06 2H040/GA01 2H040/GA10 2H051/AA15 2H051/BA47 2H051/BA66 2H051/EA08 2H151/AA15 2H151/BA47 2H151/BA66 2H151/EA08 4C061/FF40 4C061/LL02 4C061/LL03 4C061/MM02 4C061/PP13 4C061/RR06 4C161/FF40 4C161/LL02 4C161/LL03 4C161/MM02 4C161/PP13 4C161/RR06 5C122/DA12 5C122/DA26 5C122/EA01 5C122/EA42 5C122/EA68 5C122/FD01 5C122/FD05 5C122/FD13 5C122/GA17		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
优先权	60/940047 2007-05-24 US		
其他公开文献	JP2009058932A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

(经修改) 要解决的问题: 为了防止在焦点重新搜索中花费很长时间, 根据参数变化自动执行焦点搜索, 并防止每次场景变化时不必要的焦点重新搜索。 在用于利用自动聚焦机构调整成像系统的方法和系统中, 当从成像系统的用户接收到用于执行自动聚焦过程的命令40时, 第一焦距第二焦点距离之间的部分由自动对焦机构扫描。在扫描期间, 成像系统拍摄一组图像的图像并处理这些图像以计算每个图像的聚焦指标值。通过分析聚焦指标值选择最佳焦距, 并利用自动聚焦机构50将焦距调节到最佳焦距。 .The

$$\begin{pmatrix} -1 & 2 & -1 \\ 2 & -4 & 2 \\ -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$