

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6400328号
(P6400328)

(45) 発行日 平成30年10月3日(2018.10.3)

(24) 登録日 平成30年9月14日(2018.9.14)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 1/045 (2006.01) A 6 1 B 1/045 6 1 0

請求項の数 13 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-98076 (P2014-98076)	(73) 特許権者	599002043
(22) 出願日	平成26年5月9日(2014.5.9)		学校法人 名城大学
(65) 公開番号	特開2015-213615 (P2015-213615A)		愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501
(43) 公開日	平成27年12月3日(2015.12.3)	(74) 代理人	100168583
審査請求日	平成29年5月8日(2017.5.8)		弁理士 前井 宏之
		(72) 発明者	新井 健生
			大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法 人大阪大学内
		(72) 発明者	前 泰志
			大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法 人大阪大学内
		(72) 発明者	小嶋 勝
			大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法 人大阪大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像生成装置の作動方法、画像生成装置、及び画像生成装置を備えた内視鏡検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1画像及び第2画像を含む複数の画像から全焦点画像を生成する画像生成装置の作動方法であって、

前処理手段が、前記第1画像及び前記第2画像に対して画像の鮮鋭化アルゴリズムを適用して、前記第1画像及び前記第2画像を鮮鋭化する前処理工程と、

推定手段が、前記鮮鋭化された第1画像に対する前記鮮鋭化された第2画像の移動量を推定する推定工程と、

補正手段が、前記移動量に基づいて前記第2画像を補正する補正工程と、

生成手段が、前記第1画像と前記補正後の第2画像との各々に対して焦点を評価し、評価結果に応じて前記全焦点画像を生成する生成工程と

を包含する、画像生成装置の作動方法。

【請求項2】

前記複数の画像は、N枚(Nは3以上の整数)の画像であり、

前記前処理工程では、前記前処理手段は、前記N枚の画像に対して画像の鮮鋭化アルゴリズムを適用して、前記N枚の画像を鮮鋭化し、

前記推定工程では、前記推定手段は、前記鮮鋭化された第1画像に対する、前記鮮鋭化された第2画像から第N画像までの各々の移動量を推定し、

前記補正工程では、前記補正手段は、前記各々の移動量に基づいて前記第2画像から前記第N画像までの各々を補正し、

10

20

前記生成工程では、前記生成手段は、前記第 1 画像と前記補正後の第 2 画像から第 N 画像までの各々に対して焦点を評価し、評価結果に応じて前記全焦点画像を生成する、請求項 1 に記載の画像生成装置の作動方法。

【請求項 3】

前記生成工程では、

前記生成手段は、前記第 1 画像と前記補正後の第 2 画像から第 N 画像までの各々のうち、焦点が合っていないと判定された画像が所定の割合を超えた場合に、前記第 1 画像と前記補正後の第 2 画像から第 N 画像までの各々から前記全焦点画像を生成する、請求項 2 に記載の画像生成装置の作動方法。

【請求項 4】

前記生成工程では、

前記生成手段が、前記第 1 画像と前記補正後の第 2 画像から第 N 画像までの各々の同一画素における焦点の評価結果を比較する工程と、

前記生成手段が、前記同一画素のうち、最も評価結果が良い画素の画素値を抽出する工程と、

前記生成手段が、前記抽出した画素値を用いて、前記全焦点画像を生成する工程と

を含む、請求項 2 又は請求項 3 に記載の画像生成装置の作動方法。

【請求項 5】

前記生成工程において、前記生成手段が、I Q M 値に基づいて、深度マップを生成する、請求項 4 に記載の画像生成装置の作動方法。

【請求項 6】

前記推定工程では、

前記推定手段が、前記第 1 画像の第 1 特徴点と前記第 2 画像の第 2 特徴点とを検出する検出工程と、

前記推定手段が、前記第 1 特徴点と前記第 2 特徴点とを対応付ける工程と、

前記推定手段が、前記第 1 画像に対する前記第 2 画像の前記移動量を推定する工程とを含む、請求項 1 ~ 請求項 5 のうちの 1 項に記載の画像生成装置の作動方法。

【請求項 7】

前記推定手段は、前記検出工程を、S I F T アルゴリズム又は S U R F アルゴリズムによって実行する、請求項 6 に記載の画像生成装置の作動方法。

【請求項 8】

前記移動量は、前記第 1 特徴点と前記第 2 特徴点との並進量、回転量、及び拡大量のうち少なくとも 1 つによって示される、請求項 6 又は請求項 7 に記載の画像生成装置の作動方法。

【請求項 9】

前記生成工程では、前記生成手段は、前記第 2 画像から第 N 画像までの各々の移動量のうち所定の値より大きい移動量に対応する画像を除去して前記全焦点画像を生成する、請求項 2 ~ 請求項 8 のうちの 1 項に記載の画像生成装置の作動方法。

【請求項 10】

前記前処理工程では、前記前処理手段は、前記第 1 画像及び前記第 2 画像にアンシャープマスクを適用して、前記第 1 画像及び前記第 2 画像を鮮鋭化する、請求項 1 ~ 請求項 9 のうちの 1 項に記載の画像生成装置の作動方法。

【請求項 11】

第 1 画像及び第 2 画像を含む複数の画像から全焦点画像を生成する画像生成装置であって、

前記第 1 画像及び前記第 2 画像に対して画像の鮮鋭化アルゴリズムを適用して、前記第 1 画像及び前記第 2 画像を鮮鋭化する前処理手段と、

前記鮮鋭化された第 1 画像に対する前記鮮鋭化された第 2 画像の移動量を推定する推定手段と、

前記移動量に基づいて前記第 2 画像を補正する画像補正手段と、

10

20

30

40

50

前記第 1 画像と前記補正後の第 2 画像との各々に対して焦点を評価し、評価結果に応じて前記全焦点画像を生成する生成手段と
を備えた、画像生成装置。

【請求項 1 2】

前記複数の画像は、N 枚（N は 3 以上の整数）の画像を含み、

前記前処理手段は、前記 N 枚の画像に対して画像の鮮鋭化アルゴリズムを適用して、前記 N 枚の画像を鮮鋭化し、

前記推定手段は、前記鮮鋭化された第 1 画像に対する、前記鮮鋭化された第 2 画像から第 N 画像までの各々の移動量を推定し、

前記画像補正手段は、前記各々の移動量に基づいて前記第 2 画像から前記第 N 画像までの各々を補正し、

前記生成手段は、前記第 1 画像と前記補正後の第 2 画像から第 N 画像までの各々に対して焦点を評価し、評価結果に応じて前記全焦点画像を生成する、請求項 1 1 に記載の画像生成装置。

【請求項 1 3】

第 1 画像及び第 2 画像を含む複数の画像を取得する内視鏡装置と、

前記複数の画像から全焦点画像を生成する画像生成装置と

を備えた、内視鏡検査装置であって、

前記画像生成装置は、

前記第 1 画像及び前記第 2 画像に対して画像の鮮鋭化アルゴリズムを適用して、前記第 1 画像及び前記第 2 画像を鮮鋭化する前処理手段と、

前記鮮鋭化された第 1 画像に対する前記鮮鋭化された第 2 画像の移動量を推定する推定手段と、

前記移動量に基づいて前記第 2 画像を補正する補正手段と、

前記第 1 画像と前記補正後の第 2 画像との各々に対して焦点を評価し、評価結果に応じて前記全焦点画像を生成する生成手段と

を備えた、内視鏡検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像生成方法、画像生成装置、及び画像生成装置を備えた内視鏡検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡は観察野を汎焦点にするため、絞りと広角レンズによる深い被写界深度を担保していた。近年内視鏡手術領域における技術革新によって、早期がんや腺腫の治療は病変部分の内視鏡的一括切除が治療の基本とされるようになった結果、病変部の領域診断をより厳密に精緻に行う必要が生じてきた。この問題を解決すべく、可変焦点距離内視鏡を用いた病変部の拡大観察が広く施行されている現状にある（非特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献 1】金子卓、光本直樹、川原伸章，「可変焦点レンズを用いたデジタル全焦点システム」デンソーテクニカルレビュー，Vol. 5，No. 1，pp. 27 - 32，2000。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、長焦点レンズによる拡大観察では被写界深度が浅いため、検査時に注目したい箇所の映像を得るためには、操作者による巧みな技術が必要となっている。特に、

10

20

30

40

50

特定の対象に焦点を合わせて検査する場合、操作者は限られた内視鏡の機能を用いて検査を遂行しなければならない、内視鏡操作の熟練を要する。そのため、より簡便に内視鏡検査を遂行するために、拡大観察時でも合焦点した画像を供することを可能とする技術が望まれてきた。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡便に内視鏡検査を遂行することができる画像生成装置、及び画像生成方法を提供することにある。また、本発明の目的は、簡便に内視鏡検査を遂行することができる画像生成装置を備えた内視鏡検査装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の画像生成方法は、第1画像及び第2画像を含む複数の画像から全焦点画像を生成する画像生成方法であって、前記第1画像に対する前記第2画像の移動量を推定する推定工程と、前記移動量に基づいて前記第2画像を補正する補正工程と、前記第1画像と前記補正後の第2画像との各々に対して焦点を評価し、前記評価結果に応じて前記全焦点画像を生成する生成工程とを包含する。

【 0 0 0 7 】

本発明の画像生成方法において、前記複数の画像は、N枚（Nは3以上の整数）の画像であり、前記推定工程は、前記第1画像に対する、前記第2画像から第N画像までの各々の移動量を推定し、前記補正工程は、前記各々の移動量に基づいて前記第2画像から前記第N画像までの各々を補正し、前記生成工程は、前記第1画像と前記補正後の第2画像から第N画像までの各々に対して焦点を評価し、前記評価結果に応じて前記全焦点画像を生成し得る。

【 0 0 0 8 】

本発明の画像生成方法において、前記生成工程は、前記第1画像と前記補正後の第2画像から第N画像までの各々とのうち、焦点が合っていないと判定された画像が所定の割合を超えた場合に、前記第1画像と前記補正後の第2画像から第N画像までの各々から前記全焦点画像を生成し得る。

【 0 0 0 9 】

本発明の画像生成方法において、前記生成工程は、前記第1画像と前記補正後の第2画像から第N画像までの各々との同一画素における焦点の評価結果を比較する工程と、前記同一画素のうち、最も評価結果が良い画素の画素値を抽出する工程と、前記抽出した画素値を用いて、前記全焦点画像を生成する工程とを含み得る。

【 0 0 1 0 】

本発明の画像生成方法は、前記生成工程において、I Q M値に基づいて、深度マップを生成し得る。

【 0 0 1 1 】

本発明の画像生成方法において、前記推定工程は、前記第1画像の第1特徴点と前記第2画像の第2特徴点とを検出する検出工程と、前記第1特徴点と前記第2特徴点とを対応付ける工程と、前記第1画像に対する前記第2画像の前記移動量を推定する工程とを含み得る。

【 0 0 1 2 】

本発明の画像生成方法において、前記検出工程は、S I F Tアルゴリズム又はS U R Fアルゴリズムによって実行され得る。

【 0 0 1 3 】

本発明の画像生成方法において、前記移動量は、前記第1特徴点と前記第2特徴点との並進量、回転量、及び拡大量のうちの少なくとも1つによって示され得る。

【 0 0 1 4 】

本発明の画像生成方法において、前記生成工程は、前記第2画像から第N画像までの各々の移動量のうち所定の値より大きい移動量に対応する画像を除去して前記全焦点画像を

10

20

30

40

50

生成し得る。

【0015】

本発明の画像生成方法において、第1画像及び第2画像は、アンシャープマスクを適用した画像であり得る。

【0016】

本発明の画像生成装置は、第1画像及び第2画像を含む複数の画像から全焦点画像を生成する画像生成装置であって、前記第1画像に対する前記第2画像の移動量を推定する推定手段と、前記移動量に基づいて前記第2画像を補正する画像補正手段と、前記第1画像と前記補正後の第2画像との各々に対して焦点を評価し、前記評価結果に応じて前記全焦点画像を生成する生成手段とを備える。

10

【0017】

本発明の画像生成装置において、前記画像群は、N枚(Nは3以上の整数)の画像を含み、前記推定手段は、前記第1画像に対する、前記第2画像から第N画像までの各々の移動量を推定し、前記画像補正手段は、前記各々の移動量に基づいて前記第2画像から前記第N画像までの各々を補正し、前記生成手段は、前記第1画像と前記補正後の第2画像から第N画像までの各々とに対して焦点を評価し、前記評価結果に応じて前記全焦点画像を生成し得る。

【0018】

本発明の内視鏡検査装置は、第1画像及び第2画像を含む複数の画像を取得する内視鏡装置と、前記複数の画像から全焦点画像を生成する画像生成装置とを備えた内視鏡検査装置であって、前記画像処理装置は、前記第1画像に対する前記第2画像の移動量を推定する推定手段と、前記移動量に基づいて前記第2画像を補正する画像補正手段と、前記第1画像と前記補正後の第2画像との各々に対して焦点を評価し、前記評価結果に応じて前記全焦点画像を生成する生成手段とを備える。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明の画像生成方法及び画像生成装置によれば、簡便に内視鏡検査を遂行することができる。さらに、本発明の画像生成装置を備えた内視鏡検査装置によれば、簡便に内視鏡検査を遂行することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0020】

【図1】実施形態1に係る内視鏡検査装置1を示す。

【図2】鮮鋭化フィルタ適用前後の状態を示す。

【図3】推定手段を示す。

【図4】SIFTアルゴリズムの詳細を説明する図である。

【図5】SIFTアルゴリズムの詳細を説明する図である。

【図6】SIFTアルゴリズムの詳細を説明する図である。

【図7】SIFTアルゴリズムの詳細を説明する図である。

【図8】SIFTアルゴリズムの詳細を説明する図である。

【図9】SIFTアルゴリズムの詳細を説明する図である。

40

【図10】SURFアルゴリズムの詳細を説明する図である。

【図11】SURFアルゴリズムの詳細を説明する図である。

【図12】移動量推定手段による移動量の推定の詳細を説明する図である。

【図13】生成手段の詳細を説明する図である。

【図14】本発明の実施形態2に係る内視鏡検査装置を用いた画像生成工程を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を参照して本発明に係る実施形態を説明する。ただし、本発明は以下の実施形態に限定されない。

50

【 0 0 2 2 】

(実施形態 1)

図 1 は、実施形態 1 に係る内視鏡検査装置 1 を示す。内視鏡検査装置 1 は、内視鏡装置 1 0 と画像生成装置 2 0 とを備える。内視鏡装置 1 0 は、第 1 画像及び第 2 画像を含む複数の画像を取得する。内視鏡装置 1 0 は、本実施形態において、患者の体内を撮影し体内の画像を取得することができる内視鏡である。

【 0 0 2 3 】

画像生成装置 2 0 は、複数の画像から全焦点画像を生成する。全焦点画像の詳細については、図 1 3 を参照して後述される。画像生成装置 2 0 は、前処理手段 2 1 と推定手段 2 2 と補正手段 2 3 と生成手段 2 4 とを備える。

10

【 0 0 2 4 】

前処理手段 2 1 は、第 1 画像及び第 2 画像に対して画像の鮮鋭化アルゴリズムを適用する。後述する特徴点抽出アルゴリズムを適用する前に画像を鮮鋭化することで特徴点抽出アルゴリズムの精度を向上させることが可能である。画像の鮮鋭化の代表的な処理としてアンシャープマスク処理がある。アンシャープマスク処理とは入力画像から 2 次微分を引くフィルタリング処理である。すなわち、エッジの両側で明るい(画素値大きい)部分はより明るく、暗い(画素値が小さい)部分はより暗くなり、エッジが強調される。

【 0 0 2 5 】

図 2 (a) は鮮鋭化フィルタ適用前の状態を示し、図 2 (b) は鮮鋭化フィルタ適用後の状態を示す。図 2 (a) および図 2 (b) の比較から、画素値の変化が大きい箇所が強調されていることが理解できる。画像に適用される場合、図 2 (c)、図 2 (d) のような形となる係数 k はフィルタの強度を表しており、係数 k の値を変更することでフィルタの強さを調整可能である。アンシャープマスク処理は、医用画像処理においては診断支援の目的で用いられている。

20

【 0 0 2 6 】

図 1 に示す推定手段 2 2 は、第 1 画像に対する第 2 画像の移動量を推定する。推定手段 2 2 の詳細については、図 3 を参照して後述する。

【 0 0 2 7 】

補正手段 2 3 は、推定手段 2 2 によって推定された移動量に基づいて第 2 画像を補正する。生成手段 2 4 は、第 1 画像と補正後の第 2 画像との各々に対して焦点を評価し、評価結果に応じて前記全焦点画像を生成する。生成手段 2 4 の詳細については、図 1 3 を参照して後述する。

30

【 0 0 2 8 】

内視鏡装置 1 0 によって取得された複数の画像が、 N 枚 (N は 3 以上の整数) の場合、推定手段 2 2 は、第 1 画像に対する、第 2 画像から第 N 画像までの各々の移動量を推定し、補正手段 2 3 は、各々の移動量に基づいて第 2 画像から第 N 画像までの各々を補正する。更に、生成手段 2 4 は、第 1 画像と補正後の第 2 画像から第 N 画像までの各々に対して焦点を評価し、評価結果に応じて全焦点画像を生成する。

【 0 0 2 9 】

図 3 を参照して、推定手段 2 2 の詳細を説明する。推定手段 2 2 は、検出手段 2 2 2 と対応付け手段 2 2 4 と移動量推定手段 2 2 6 とを備える。

40

【 0 0 3 0 】

検出手段 2 2 2 は、第 1 画像の第 1 特徴点と第 2 画像の第 2 特徴点とを検出する。検出手段 2 2 2 は、例えば、S I F T アルゴリズム又は S U R F アルゴリズムを実行することによって実現される。S I F T アルゴリズム及び S U R F アルゴリズムの詳細については、図 4 ~ 図 1 1 を参照して後述する。

【 0 0 3 1 】

対応付け手段 2 2 4 は、第 1 画像の第 1 特徴点と第 2 画像の第 2 特徴点とを対応付ける。移動量推定手段 2 2 6 は、第 1 画像に対する第 2 画像の移動量を推定する。移動量の推定の詳細については、図 1 2 を参照して後述する。

50

【 0 0 3 2 】

以下、図 4 ~ 図 9 を参照して、S I F T アルゴリズムの詳細を説明する。上述したように、検出手段 2 2 2 は、S I F T アルゴリズムを実行することによって実現される。画像内におけるモデル物体の検出手法が多く提案される中で画像の照明条件、回転や拡大収縮に頑健なアルゴリズムとして、S I F T アルゴリズムが考案された。S I F T アルゴリズムによって第 1 画像及び第 2 画像を処理することで、第 1 画像の第 1 特徴点と第 2 画像の第 2 特徴点とが検出される。

【 0 0 3 3 】

特徴点の検出では、キーポイントと呼ばれる点の検出を行う。初めに、大まかなキーポイントの検出とスケール探索を行うために、Difference - of - Gaussian (DoG 処理)を行う。キーポイント候補点は、スケールの異なるガウス関数 $G(x, y, \sigma)$ と入力画像 $I(u, v)$ を畳み込んだ平滑化画像 $L(u, v, \sigma)$ の差分 (DOG 画像) から求める。

【 0 0 3 4 】

【数 1】

$$L(u, v, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(u, v) \quad (\text{式 1})$$

【 0 0 3 5 】

【数 2】

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (\text{式 2})$$

【 0 0 3 6 】

DOG の結果の画像を $D(u, v, \sigma)$ とすると、DOG 画像は次式で求まる。

【 0 0 3 7 】

【数 3】

$$D(u, v, \sigma) = (G(u, v, k\sigma) - G(u, v, \sigma)) * I(u, v) = L(u, v, k\sigma) - L(u, v, \sigma) \quad (\text{式 3})$$

【 0 0 3 8 】

この処理を σ_0 から k 倍ずつ大きくした異なるスケール間で行い、図 4 に示すような複数の DOG 画像を求める。 σ_0 が一定の割合で増加し続けると、ガウシアンフィルタのウィンドウサイズが大きくなり、処理できない端領域の拡大と計算コストという問題が発生する。この問題に対し、S I F T アルゴリズムでは画像のダウンサンプリングにより σ_0 の変化の連続性を保持した平滑化処理を行っている。

【 0 0 3 9 】

σ_0 の連続性を保持した効率的な平滑化処理を図 5 に示す。はじめに、入力画像を初期値である σ_0 で平滑化し、平滑化画像 $L_1(\sigma_0)$ を得る。次に σ_0 を k 倍した値 $k\sigma_0$ で平滑化を行い $L_1(k\sigma_0)$ を得る。同様の処理により、 σ_0 の異なる複数の平滑化画像を得る。ここまでの処理 1 セットを 1 オクターブとする。

【 0 0 4 0 】

次に、複数生成された平滑化画像の中から $2\sigma_0$ で平滑化された画像 $L_1(2\sigma_0)$ を $1/2$ のサイズにダウンサンプリングする。1 オクターブにおける処理回数については増加率 k の設定とともに後述する。 $1/2$ のサイズにダウンサンプリングされた画像 $L_2(\sigma_0)$ と、 $2\sigma_0$ で平滑化を行った画像 $L_1(2\sigma_0)$ には以下の関係が成り立つ。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

50

【数4】

$$L_1(2\sigma_0) \approx L_2(\sigma_0) \quad (\text{式4})$$

【0042】

この関係を利用することで、 の最大値を制限することが出来るため、ガウシアンフィルタのウィンドウサイズによる計算量の増加を防ぐことが出来る。

【0043】

の増加率 k は、1 オクターブにおけるスケール範囲を何分割するかにより決定する。分割数を s とした場合、1 オクターブではスケールを σ_0 から $2\sigma_0$ まで増加するため、
 の増加率 k は $k = 2^{1/s}$ となる。極値探索には D G 画像を3枚1組で処理する必要があるため、 s 枚の極値検出の対象となる画像を得るためには $s + 2$ 枚の D G 画像が必要となる。さら $s + 2$ 枚の D G 画像を得るためには $s + 3$ 枚の平滑化画像が必要になる。したがって、1 オクターブにおける画像の平滑化の回数は $s + 3$ 回となる。

10

【0044】

1枚の入力画像に対するオクターブ数は、入力画像のサイズに依存する。入力画像は、次オクターブへ進む際に $1/2$ にダウンサンプリングされる。ダウンサンプリングされ続けた結果、画像の一辺のサイズがある値以下になったときに処理を終了する。

【0045】

次に、 D G 画像からの極値検出を説明する。 D G は異なるスケールによる平滑化画像の差分のため、 D G の値が大きくなる には、スケールの変化領域にエッジ等の情報量を多く含んでいるといえる。 D G の値が最大となる には、キーポイントを中心とした領域の濃淡情報をより多く含む領域に対応することになる。そこで、 D G 画像から極値を検出し、候補となるキーポイントのスケールを決定する。極値の検出は図6のように D G 画像3枚1組で行う。 D G 画像の注目画素とその周りの 2×6 近傍を比較し、極値であった場合は、その画素をキーポイント候補点として検出する。これにより、空間とスケールの両方を考慮したキーポイント候補点を検出することが可能となる。

20

【0046】

極値検出は、 の値が小さい D G 画像から行う。一度極値が検出された画素は、より大きなスケールで極値が検出されても候補点としない。この処理をスケールの異なる D G 画像の全画素に対して行う。また D G の極値は拡大縮小に対して不変である。

30

【0047】

既に検出されたキーポイント候補点の中には、 D G 出力値が小さい点(低コントラスト)やエッジ上の点が含まれており、これらの点はノイズや開口問題の影響を受けやすい。そこで、エッジ上に存在するキーポイント候補点の削除により安定したキーポイントを絞り込み、さらに、キーポイントのサブピクセル推定によりキーポイントの位置とスケールを推定する。

【0048】

次に、エッジ上に存在するキーポイント候補点の削除方法について述べる。キーポイント候補点における2次元ヘッセ行列 H を次式により計算する。

40

【0049】

【数5】

$$H = \begin{bmatrix} D_{xx} & D_{xy} \\ D_{yx} & D_{yy} \end{bmatrix} \quad (\text{式5})$$

【0050】

行列内の導関数は、キーポイント候補位置での D G 出力値の2次微分から得られる。ここで、ヘッセ行列から求められる第1固有値を λ_1 、第2固有値を λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とする。

50

このときヘッセ行列の対角成分の和 $T_r(H)$ と行列式 $Det(H)$ は次のように計算できる。

【 0 0 5 1 】

【数 6】

$$T_r(H) = D_{xx} + D_{yy} = \alpha + \beta \quad (\text{式 6})$$

【 0 0 5 2 】

【数 7】

$$Det(H) = D_{xx}D_{yy} - (D_{xy})^2 = \alpha\beta \quad (\text{式 7})$$

【 0 0 5 3 】

さらに、 $\frac{T_r(H)}{Det(H)}$ を第 1 固有値と第 2 固有値の比率とし、 $\frac{T_r(H)^2}{Det(H)}$ とすると次式のような

【 0 0 5 4 】

【数 8】

$$\frac{T_r(H)^2}{Det(H)} = \frac{(\alpha + \beta)^2}{\alpha\beta} = \frac{(\gamma\beta)^2}{\gamma\beta^2} = \frac{(\gamma + 1)^2}{\gamma} \quad (\text{式 8})$$

【 0 0 5 5 】

得られる値は固有値そのものではなく、固有値 λ_1 、 λ_2 の比率で決まる。従って、固有値を求めることなくエッジ上の点であるかを判別することが可能となる。この値を次式のようにしきい値処理することで、不要なキーポイント候補点を削除する。

【 0 0 5 6 】

【数 9】

$$\frac{T_r(H)^2}{Det(H)} = \frac{(\gamma_{th} + 1)^2}{\gamma_{th}} \quad (\text{式 9})$$

【 0 0 5 7 】

この処理は、式 9 を満たすような点をキーポイント候補とする。しきい値は γ_{th} により決定する。例えば、 $\gamma_{th} = 1.0$ のとき、しきい値は 1.25 となる。

【 0 0 5 8 】

次に、キーポイントのサブピクセル位置を推定する。3 変数 (x, y, z) の 2 次関数をフィッティングすることで、キーポイント候補点のサブピクセル位置とスケールを算出する。ある点 $x = (x, y, z)^T$ での D-G 関数 $D(x)$ をテイラー展開すると次式のような

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

【数 1 0】

$$D(\mathbf{x}) = D + \frac{\partial D^T}{\partial \mathbf{x}} \mathbf{x} + \frac{1}{2} \mathbf{x}^T \frac{\partial^2 D}{\partial \mathbf{x}^2} \mathbf{x} \quad (\text{式 1 0})$$

【0 0 6 0】

式 1 0 について \mathbf{x} に関する偏導関数を求め、0 とすると次式が得られる。

【0 0 6 1】

10

【数 1 1】

$$\frac{\partial D}{\partial \mathbf{x}} + \frac{\partial^2 D}{\partial \mathbf{x}^2} \hat{\mathbf{x}} = 0 \quad (\text{式 1 1})$$

【0 0 6 2】

このとき \mathbf{x} はキーポイント候補点（極値）のサブピクセル位置を表している。この式を変形し次式を得る。

【0 0 6 3】

【数 1 2】

20

$$\frac{\partial^2 D}{\partial \mathbf{x}^2} \hat{\mathbf{x}} = - \frac{\partial D}{\partial \mathbf{x}} \quad (\text{式 1 2})$$

【0 0 6 4】

この式は次のように表される。

【0 0 6 5】

【数 1 3】

30

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 D}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 D}{\partial xy} & \frac{\partial^2 D}{\partial xr} \\ \frac{\partial^2 D}{\partial xy} & \frac{\partial^2 D}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 D}{\partial yr} \\ \frac{\partial^2 D}{\partial xr} & \frac{\partial^2 D}{\partial yr} & \frac{\partial^2 D}{\partial r^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ \sigma \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \frac{\partial D}{\partial x} \\ \frac{\partial D}{\partial y} \\ \frac{\partial D}{\partial r} \end{bmatrix} \quad (\text{式 1 3})$$

【0 0 6 6】

この式をキーポイント候補点のサブピクセル位置 \mathbf{x} を得るために変形する。

【0 0 6 7】

【数 1 4】

40

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ \sigma \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 D}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 D}{\partial xy} & \frac{\partial^2 D}{\partial xr} \\ \frac{\partial^2 D}{\partial xy} & \frac{\partial^2 D}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 D}{\partial yr} \\ \frac{\partial^2 D}{\partial xr} & \frac{\partial^2 D}{\partial yr} & \frac{\partial^2 D}{\partial r^2} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial D}{\partial x} \\ \frac{\partial D}{\partial y} \\ \frac{\partial D}{\partial r} \end{bmatrix} \quad (\text{式 1 4})$$

【0 0 6 8】

得られた式 1 4 を解くことにより、キーポイント候補点のサブピクセル位置とスケール $\mathbf{x} = (x, y, \sigma)$ を得る。

50

【 0 0 6 9 】

次に、コントラストによるキーポイントの絞り込みを説明する。サブピクセル位置での D G 出力を算出し、コントラストによるキーポイントの絞り込みを行う。式 1 5 は次のように表される。

【 0 0 7 0 】

【 数 1 5 】

$$\hat{\mathbf{x}} = -\frac{\partial^2 D^{-1} \partial D}{\partial \mathbf{x}^2} \quad (\text{式 1 5})$$

10

【 0 0 7 1 】

式 1 5 を式 1 0 に代入すると次式が得られる。

【 0 0 7 2 】

【 数 1 6 】

$$D(\hat{\mathbf{x}}) = D + \frac{1}{2} \frac{\partial D^T}{\partial \mathbf{x}} \mathbf{x} \quad (\text{式 1 6})$$

20

【 0 0 7 3 】

D は D G 関数であり、x はサブピクセル位置を表しているため、式 1 6 はサブピクセル位置での D G 出力値となる。この D G の値からキーポイント削除の判別を行う。サブピクセル位置での D G 出力の絶対値がしきい値より小さい場合（つまり、コントラストが低い場合）ノイズに影響されやすいため削除する。

【 0 0 7 4 】

次にオリエンテーションを算出する。検出したキーポイントに対して、第 2 段階の処理である特徴量の記述を行う。まず、検出された各キーポイントのオリエンテーションを求める。オリエンテーションはキーポイントにおける方向を表し、特徴量記述の際にオリエンテーションにより向き正規化を行うことで、回転に不変な特徴量を得ることが出来る。キーポイントのオリエンテーションを求めるには、まずキーポイントが検出された平滑化画像 L (u , v) の勾配強度 m (u , v) と勾配方向 (u , v) を以下の式により求める。

30

【 0 0 7 5 】

【 数 1 7 】

$$m(u, v) = \sqrt{f_u(u, v)^2 + f_v(u, v)^2} \quad (\text{式 1 7})$$

40

【 0 0 7 6 】

【 数 1 8 】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{f_u(u, v)}{f_v(u, v)} \quad (\text{式 1 8})$$

【 0 0 7 7 】

【数 19】

$$\begin{cases} f_u(u, v) = L(u+1, v) - L(u-1, v) \\ f_v(u, v) = L(u, v+1) - L(u, v-1) \end{cases} \quad (\text{式 19})$$

【0078】

局所領域における勾配強度 $m(x, y)$ と勾配方向 $\theta(x, y)$ から図 7 に示すような重み付き方向ヒストグラム $h(\theta)$ を以下の式により作成する。

10

【0079】

【数 20】

$$h(\theta) = \sum_x \sum_y w(x, y) \cdot \delta[\theta, \theta(x, y)] \quad (\text{式 20})$$

【0080】

【数 21】

20

$$w(x, y) = G(x, y, \sigma) \cdot m(x, y) \quad (\text{式 21})$$

【0081】

ここで、 $h(\theta)$ は、勾配方向を 36 方向に量子化したヒストグラムである。 $w(x, y)$ は画素 (x, y) に対する重みであり、キーポイントの中心に近いほど高い重みとなるガウス窓が用いられる。 G はクロネッカのデルタ関数であり、勾配方向 $\theta(x, y)$ を量子化した際に、量子化勾配方向 θ に該当する場合 1 を返す。また、このときガウスの窓にはキーポイントを持つスケールを用いる。ガウス窓による重み付けにより、キーポイントに近い特徴量がより強く反映される。この 36 方向のヒストグラムの最大値から 80% 以上となるピークをキーポイントのオリエンテーションとして割り当てる。図 7 の例ではキーポイントに割り当てられるオリエンテーションは 1 方向のみであるが、コーナーのようなキーポイントでは 2 方向となり、2 つのオリエンテーションを持つ。この場合はそれぞれのオリエンテーションに対して特徴量を記述することになる。

30

【0082】

次に特徴量の記述を説明する。検出したオリエンテーションをもとに、128 次元の特徴量を記述する。まず、図 8 に示すように特徴量を記述する領域をキーポイントのオリエンテーション方向に回転する。特徴量の記述には、キーポイント周辺領域が持つ勾配情報を用いる。勾配情報は、キーポイントを中心とし、図 8 のようにキーポイントが持つスケールが内接する矩形領域内から求める。スケールが内接する矩形領域の一辺を均等に 4 ブロック、計 16 ブロックに分割する。図 9 に示すようにブロックごとに 8 方向の勾配方向ヒストグラムを作成する。

40

【0083】

画像変化に対する SIFT 特徴量に関しては、原画像に回転、スケール変化、照明変化、ノイズが発生した画像と原画像とを比べても、同じような特徴量を示している。一方で、画像に回転や並進移動の変化がある場合、画像のゆがみに変化が出るため、スケールと方向を正規化して特徴を記述するだけでは不十分である。一方で微小変化時には、スケール変化や照明変化には頑健であり、アフィン変換に対してもある程度頑健といえる。

【0084】

50

以下、図10～図11を参照して、SURFアルゴリズムの詳細を説明する。上述したように、検出手段222は、SIFTアルゴリズムと同様、SURFアルゴリズムを実行することによっても実現される。SURFアルゴリズムによって第1画像及び第2画像を処理することで、第1画像の第1特徴点と第2画像の第2特徴点とが検出される。

【0085】

SURFアルゴリズムは、SIFTアルゴリズムを高速化したアルゴリズムである。検出する特徴量がSIFTアルゴリズムと比較して少なく、処理時間が半分以下である。加えて、特徴点検出精度はSIFTアルゴリズムと変わらない。SURFアルゴリズムではSIFTアルゴリズムのキーポイント検出と特徴量記述の処理をB xフィルタと積分画像を用いることで近似することが可能となり、大幅な高速化を実現している。

10

【0086】

キーポイント検出について、SIFTアルゴリズムでは、キーポイントとスケールの検出のために、異なるL G (実際にはL Gを近似したD G)を複数回処理する必要がある。この処理はSIFTアルゴリズムの中で最も計算コストが大きい。そこで、SURFアルゴリズムでは、キーポイントとスケールの検出のために、Hessian-Laplace検出器を近似したB xフィルタを用いる。B xフィルタの出力は、積分画像を用いることで高速に求めることが可能となる。Hessian-Laplace検出器は次式で表すヘッセ行列を用いる。

【0087】

【数22】

20

$$H(x, \sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(x, \sigma) & L_{xy}(x, \sigma) \\ L_{xy}(x, \sigma) & L_{yy}(x, \sigma) \end{bmatrix} \quad (\text{式22})$$

【0088】

ただし、 $L_{xx}(x, \sigma)$ は画像I中の点xにおけるガウシアン二次微分 $\frac{d^2}{dx^2} g(x, \sigma)$ の畳み込み結果である。 $L_{xy}(x, \sigma)$ 、 $L_{yy}(x, \sigma)$ においても同様である。このヘッセ行列の行列式を各スケールの画像に対して求め、SIFTと同様にx、y、 σ の3次元空間における極大値を検出する。検出された点をキーポイントとする。

30

【0089】

【数23】

$$\text{Det}(H) = L_{xx}(x, \sigma)L_{yy}(x, \sigma) - (L_{xy}(x, \sigma))^2 \quad (\text{式23})$$

【0090】

SURFアルゴリズムでは、このHessian-Laplace検出器の近似としてB xフィルタを用いる。B xフィルタとは加重平均値フィルタの一種であり、図10に示すように、ガウシアンフィルタと二次微分フィルタをかけた結果の近似を得ることができる。異なるスケールの結果も、B xフィルタのサイズを変化させることで得ることができる。B xフィルタによって得られる近似値をそれぞれ D_{xx} 、 D_{yy} 、 D_{xy} とすると、B xフィルタによる近似Hessian-Laplace検出器 $\text{Det}(H_{\text{appr}})$ は次式で定義される。

40

【0091】

【数 2 4】

$$\text{Det}(H_{\text{approx}}) = D_{xx}D_{yy} - (D_{xy})^2 \quad (\text{式 2 4})$$

【0092】

SURFアルゴリズムでは、Haar-like (図 11) を計算することで輝度の勾配を求める。まず、回転に対する不変性を得るためにキーポイントのオリエンテーションを求め、キーポイントを中心とした半径 $6s$ (s はスケール) の領域から、 x 、 y 方向それぞれの Haar-like (サイズ $4s \times 4s$) を計算する。次に、キーポイントを中心 $= 2.5s$ のガウシアンフィルタを用いて重みをかける。最後に、求められた半径 $6s$ の領域内の重みつき輝度勾配を x 、 y 方向ごとに総和する。 10

【0093】

以上の処理を、キーポイントを中心として $1/3$ ずつ回転させながら繰り返し、求められた最も値の大きい方向をキーポイントのオリエンテーションとして採用する。特徴量記述では、キーポイントを中心とした $20s \times 20s$ の正方形の領域を 4×4 のグリッド領域に分割し、各グリッド領域について、Haar-like (サイズ $2s \times 2s$) を計算することで輝度勾配を求める。この輝度勾配の x 、 y 方向の値をそれぞれ d_x 、 d_y とするとき、4次元のベクトル $v = (d_x, d_y, |d_x|, |d_y|)$ をそれぞれ求める。従って、 16 領域 \times 4次元 = 64 次元の特徴ベクトルを得る。この値がSURFアルゴリズム 20 の特徴量となる。

【0094】

図 12 は、移動量推定手段 226 による移動量の推定の詳細を説明する図である。移動量推定手段 226 は、第 1 画像に対する第 2 画像の移動量として、第 1 画像の第 1 特徴点と第 2 画像の第 2 特徴点との並進量、回転量、及び拡大量のうちの少なくとも 1 つを推定する。

【0095】

並進量、回転量、及び拡大量は 2×2 の回転行列を用いて求めることができる。理想的な状態において、テンプレート画像 (第 1 画像) の特徴点の座標を (x, y) とし、比較する入力画像 (第 2 画像) の特徴点の座標を (X, Y) とする。回転角度を θ 、倍率を α 、平行移動量を (x_t, y_t) とすると、 30

【0096】

【数 2 5】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \alpha \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} \quad (\text{式 2 5})$$

【0097】

と表される。これより図 12 における任意の点 (x_i, y_i) とそれ以外の点 (x_k, y_k) ($k = 1, 2, 3, \dots$) に対して、 40

【0098】

【数 2 6】

$$\begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \end{pmatrix} = \alpha \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} \quad (\text{式 2 6})$$

【 0 0 9 9 】

【数 2 7】

$$\begin{pmatrix} X_k \\ Y_k \end{pmatrix} = \alpha \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_k \\ y_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} \quad (\text{式 2 7})$$

【 0 1 0 0 】

が成り立つ。この 2 式より、

【 0 1 0 1 】

【数 2 8】

$$\begin{pmatrix} X_k - X_l \\ Y_k - Y_l \end{pmatrix} = \alpha \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_k - x_l \\ y_k - y_l \end{pmatrix} \quad (\text{式 2 8})$$

【 0 1 0 2 】

を得る。式 2 8 における両辺ベクトルと水平軸とのなす角は、

【 0 1 0 3 】

【数 2 9】

$$\text{Tan}^{-1} \frac{Y_k - Y_l}{X_k - X_l} = \text{Tan}^{-1} \frac{y_k - y_l}{x_k - x_l} + \theta \quad (\text{式 2 9})$$

【 0 1 0 4 】

と表せる。すなわち回転角度 は、2つのベクトルの水平軸とのなす角の差分から求めることが出来る。次に式 2 8 の両辺のベクトルの絶対値を求めると、

【 0 1 0 5 】

【数 3 0】

$$\sqrt{(X_k - X_l)^2 + (Y_k - Y_l)^2} = \alpha \sqrt{(x_k - x_l)^2 + (y_k - y_l)^2} \quad (\text{式 3 0})$$

【 0 1 0 6 】

が得られる。上式より、倍率 は両辺のベクトルの絶対値の比率によって求めることが出来る。また、求めた回転角度 と倍率 を式 2 7 に代入することで平行移動量 (x_t 、 y_t) が求まる。

【 0 1 0 7 】

まず、式 2 9 を変形することで回転角度 が求まる。

【 0 1 0 8 】

10

20

30

40

【数 3 1】

$$\theta = \operatorname{Tan}^{-1} \frac{Y_k - Y_l}{X_k - X_l} - \operatorname{Tan}^{-1} \frac{y_k - y_l}{x_k - x_l} \quad (\text{式 3 1})$$

【0 1 0 9】

次に式 3 0 を変形することで倍率 が求まる。

【0 1 1 0】

【数 3 2】

10

$$\alpha = \frac{\sqrt{(X_k - X_l)^2 + (Y_k - Y_l)^2}}{\sqrt{(x_k - x_l)^2 + (y_k - y_l)^2}} \quad (\text{式 3 2})$$

【0 1 1 1】

以上より、回転角度（回転量）と倍率（並進量）を求めることが出来たので、平行移動（並進量）（ t_x 、 t_y ）は、

20

【0 1 1 2】

【数 3 3】

$$\begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} - \alpha \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (\text{式 3 3})$$

【0 1 1 3】

と表すことができる。

30

【0 1 1 4】

図 1 3 を参照して、生成手段 2 4 の詳細を説明する。生成工程 2 4 は、第 1 画像と補正後の第 2 画像から第 N 画像までの各々とのうち、焦点が合っていないと判定された画像が所定の割合を超えた場合に、第 1 画像と補正後の第 2 画像から第 N 画像までの各々から全焦点画像を生成する。

【0 1 1 5】

生成工程 2 4 は、比較手段 2 4 2 と抽出手段 2 4 4 と全焦点画像生成 2 4 6 とを備える。比較手段 2 4 2 は、第 1 画像と補正後の第 2 画像から第 N 画像までの各々との同一画素における焦点程度を比較する。抽出手段 2 4 4 は、同一画素のうち、最も焦点程度が良い画素の画素値を抽出する。全焦点画像生成 2 4 6 は、抽出した画素値を用いて、全焦点画像を生成する。

40

【0 1 1 6】

焦点程度は、IQM 値によって判定される。式 3 4 に示す IQM 値は、局所領域における合焦度を表す評価式である。

【0 1 1 7】

【数 3 4】

$$IQM = \frac{1}{D} \sum_{x=x_i}^{x_f} \sum_{y=y_i}^{y_f} \left\{ \sum_{p=-L_c}^{L_c} \sum_{q=-L_r}^{L_r} |I(x, y) - I(x+p, y+q)| \right\} \quad (\text{式 3 4})$$

【0118】

この手法はDepth From Focus理論を基に、焦点距離、物体距離、又は画像距離を動かしながら撮影した画像に対して局所空間分析を行い、焦点の合っている点では、高週波成分が強く現れることに注目した評価手法である。

10

【0119】

IQMに関しては、下記に示す参考文献に詳細な記載があるため、本明細書において参照する。

【0120】

参考文献：J. C. Pedraza, K. Ohba, J. W. Rodriguez, K. Tanie, All in focus camera vision system for robot navigation and manipulation based on the DFF criteria, International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vol.2, pp. 758-763, 2001.

【0121】

以下に全焦点画像生成の工程を示す。

20

【0122】

ステップS1：初めに、注目画素領域のIQM値を式34から求める。

【0123】

ステップS2：次に、すでに処理のすんだ他の画像における同一画素におけるIQM値と注目画素領域のIQM値とを比較する。

【0124】

ステップS3：次に、現在のIQM値が最大となる時、最大値を更新する。

【0125】

ステップS4：ステップS1～ステップS3の処理を全ての画素に対して行う。

【0126】

ステップS5：ステップS1～ステップS4の処理でIQM値の最大値が求められるので、その情報を基に全焦点画像と深度マップを生成する。

30

【0127】

全焦点画像は全ての面に焦点が合っており、同時に3次元の情報も取得可能であることが理解できる。3次元情報は深度マップを生成することで得た奥行き情報から計算し得る。

【0128】

以上、図1～図13を参照して本実施形態の内視鏡検査装置を説明した。なお、生成手段24による生成工程では、第2画像から第N画像までの各々の移動量のうち所定の値より大きい移動量に対応する画像を除去したうえで、全焦点画像を生成し得る。具体的には、RANSACアルゴリズムを適用する。本発明のある実施形態においては、SURFアルゴリズムによって抽出及びマッチングを行い、連続画像とRANSACアルゴリズムとを使用して外れ値を除去することで画像の動きを修正するパラメータをより正確に求めることができる。この除去処理は、全焦点画像を生成するために使用する全ての画像に適用する。この除去処理の後、全焦点画像生成アルゴリズムを修正済画像に適用する。

40

【0129】

(実施形態2)

以下、図14を参照して、本発明に係る画像生成工程を説明する。図14は、本発明の実施形態2に係る内視鏡検査装置を用いた画像生成工程を示すフローチャートである。なお、画像生成工程においては、推定手段22による推定工程ではSURFアルゴリズムを

50

適用し、除去工程ではRANSACアルゴリズムを適用し、補正手段23による補正工程ではアフィン変換を適用し、画像の評価値としてIQM値を使用した。

【0130】

ステップS11：画像生成装置20は、内視鏡装置10から出力される映像信号を画像として取り込む。以降の処理を行うため、画像生成装置20は、N枚の画像を取得する。

【0131】

ステップS12：N枚取得した画像のうち、1枚目の画像（第1画像）を基準画像に定める。以降の処理では、推定手段22と補正手段23とは、基準画像からの変位量を推定し、補正する。

【0132】

ステップS13：1枚目の画像（第1画像）と2枚目の画像（第2画像）の双方に特徴点検出アルゴリズム（SURFアルゴリズム）を適用し、第1画像の第1特徴点と第2画像の第2特徴点とを検出する。続いて、2枚の画像間の特徴点の対応付け（マッチング）を行う。推定手段22は、この対応関係から1枚目と2枚目の画像の間での並進・回転・拡大量を推定する。

【0133】

ステップS14：推定結果において、明らかにおかしい推定量（外れ値）が得られた対応点が見つかった場合、後に行う補正画像を用いた全焦点画像の生成処理において悪影響を及ぼすことから、RANSACアルゴリズムを適用し、外れ値を除去する処理を行う。ステップS15：推定結果に基づき、第2画像を第1画像と同じ条件にするために、推定した並進・回転・拡大量を用いて、第2画像を補正する。

【0134】

ステップS16：第1画像を基準としながら、ステップS13～ステップS15の処理を、3枚目、4枚目．．．N枚目の画像に適用し、推定された並進・回転・拡大量を用いて画像の補正を行う。

【0135】

ステップS17：ステップS16までで得られたN枚の画像それぞれに対して、評価値（IQM値）を使用して焦点の合い具合の評価を行う。IQM値は焦点が合っている場合は高くなり、焦点が合っていない場合は低くなる。この特性を利用して、注目している画像において、多くの画素で焦点が合っている場合、全焦点画像を生成する必要がないと判断し、N枚の画像のうち最もIQM値が高い画像を全焦点画像として選択し、ステップS11に戻る。一方で、焦点の合っていない箇所が一定以上の割合を占めている場合は、全焦点画像生成の必要性があると判断し、ステップS18の処理に進む。

【0136】

ステップS18：ステップS17の処理で焦点が合っていないと判断された場合、全焦点画像を生成する。全焦点画像の生成においては、すべての画像の同一画素におけるIQM値を比較し、一番高いIQM値を有する画素の画素値を抽出するという手順をすべての画素において行い、抽出した画素値を用いて、1枚の全焦点画像を生成する。

【0137】

全焦点画像生成後、処理はステップS11に戻り、一連の処理を繰り返す。複数の全焦点画像を連続的に提示することで、映像として視認できる。

【0138】

本発明によれば、最初に全焦点画像を生成するための規定枚数の画像を取得し、取得した画像の変化を補正し、取得画像すべての形を揃える。そして、IQM値を比較し、同時にブレ画像の検出を行い全焦点画像を生成する。次の全焦点画像を生成するとき、新たに画像を1枚取得し、全焦点画像生成画像群の最も古い画像と入れ替え画像群の更新を行う。そして、最新画像の変化を補正し、IQM値を比較して全焦点画像を生成する。以上のアルゴリズムにより、すべての面に焦点の合った内視鏡画像を得ることができ、動画システムへの組み込みも可能となる。

【0139】

10

20

30

40

50

全焦点画像を更新するとき、全焦点画像生成に用いるN枚の画像のうち、N - 1枚の画像は1枚目の画像に対する画像変化パラメータが既に求められている。よって、更新した画像の画像変化パラメータのみ求めることが出来れば、全体の画像の形を揃えることが可能となり、全焦点画像の生成が可能となる。つまり、特にSURFアルゴリズムを適用した場合には、特徴点抽出とマッチングの処理が1回になるため、大幅に計算時間を改善することができる。

【0140】

本発明によれば、上記既存の拡大内視鏡に比べて、内視鏡の操作者のスキルを求めるとなく、患部の拡大観察が可能となる。さらに、本発明によれば、速やかに臨床利用が可能となる。内視鏡のように患者の体内に挿入して施行される検査機器は、その安全性と有効性を十分に検証して後上市されるべきである。本発明では、既存の内視鏡装置を改良するものではなく、従って新たな安全性の検証をする必要はない。

10

【0141】

本発明は既存の内視鏡を患者に挿入し、得られる映像信号を用いて画像を演算処理することによって汎焦点内視鏡画像を検査者に提示しうる装置であるため、臨床への導入が容易であり、多くの内視鏡へと導入できる可能性を持っている。また、本発明により、検査効率の向上が期待できることから、検査時間の短縮による患者の負担軽減につながることを期待される。

【0142】

観察対象となる消化管粘膜は、呼吸や心拍、蠕動などで常に予測の付かない動きをする。内視鏡装置は合焦点機構を有さないため、検査者はこの観察対象を被写界深度の浅い高倍率内視鏡で観察し、内視鏡先端部の位置を変えながら数十枚の画像を撮影し、それらによって粘膜の異常の範囲を画像から診断してきた。検査者のみならず患者にも大いなる苦痛を与えている現状にあり、目的とする画像取得には長年の経験による熟達した手技が必要であった。本発明では観察対象に対して内視鏡先端部の位置を変化させて連続観察するだけで各粘膜部位の合焦点した画素が取得可能であり、手技上の習熟は必要がない。一定時間の動画から合焦点画素の組み合わせによる汎焦点画像が得られるため、観察は短時間で患者の苦痛も軽減できる。

20

【産業上の利用可能性】

【0143】

本発明に係る画像生成方法、画像生成装置、及び画像生成装置を備えた内視鏡検査装置は、内視鏡検査装置など、医療機器の分野に適用することができる。

30

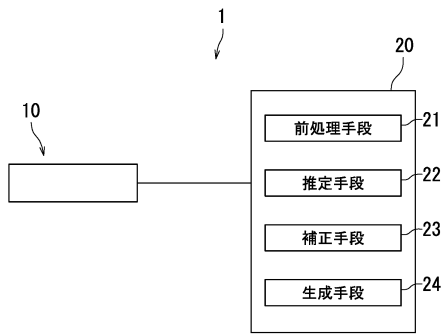
【符号の説明】

【0144】

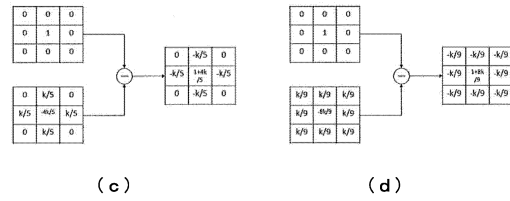
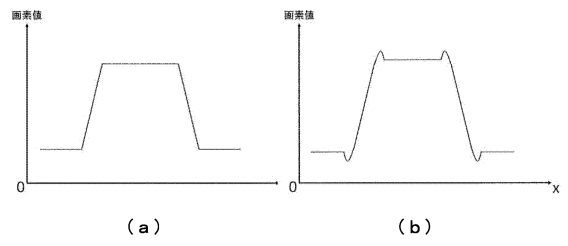
- 1 内視鏡検査装置
- 10 内視鏡装置
- 20 画像生成装置
- 21 前処理手段
- 22 推定手段
- 23 補正手段
- 24 生成手段

40

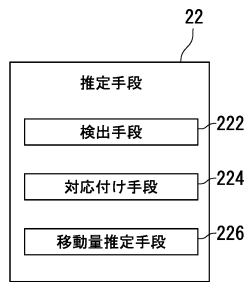
【図 1】



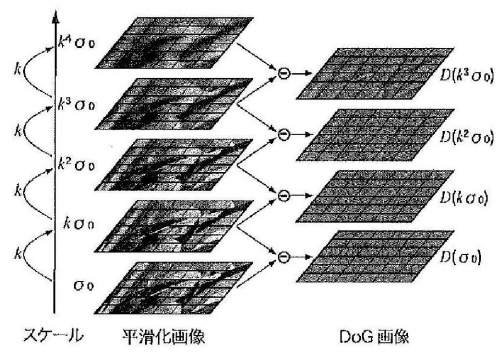
【図 2】



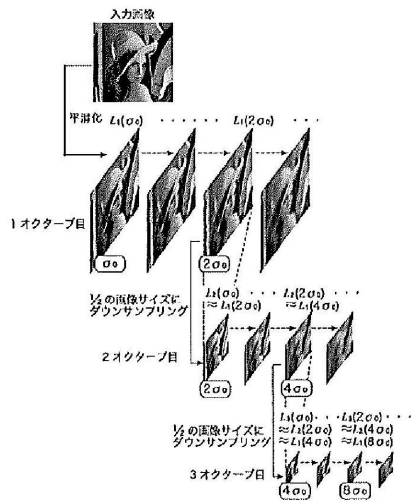
【図 3】



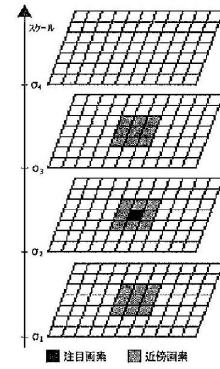
【図 4】



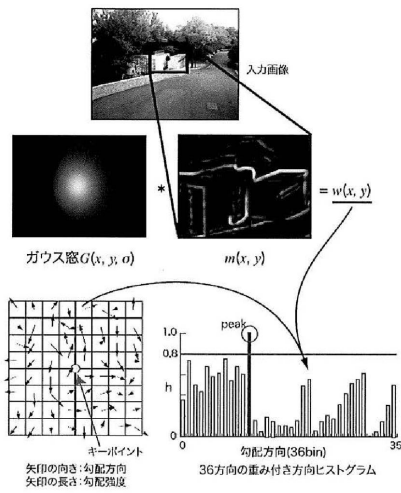
【図5】



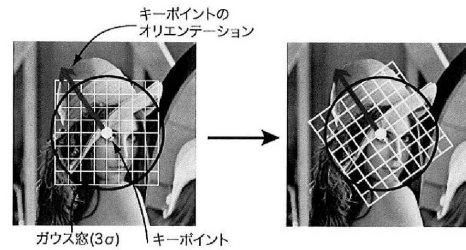
【図6】



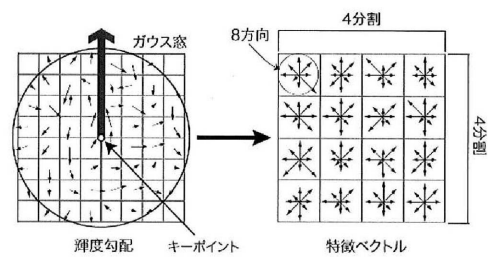
【図7】



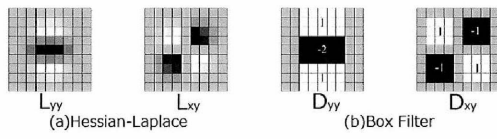
【図8】



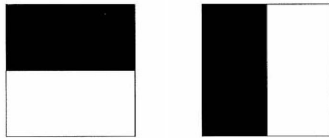
【図9】



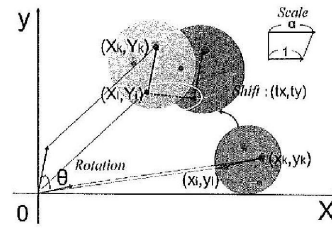
【 図 1 0 】



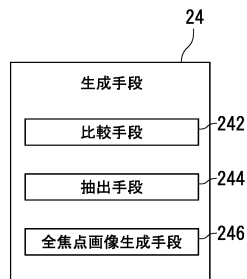
【 図 1 1 】



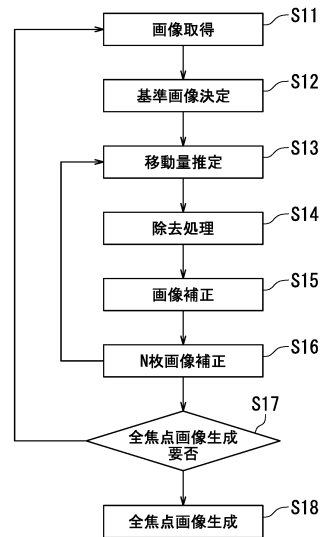
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

特許法第30条第2項適用 1 発行日：平成25年11月10日 刊行物：24 th Final Program of MHS 2013 & Micro-Nano Excellent Graduate School 第22頁 公開者：小関洵矢、大原賢一、神山和人、小嶋勝、洞出光洋、前泰志、新井健生、金子剛、松井裕史 2 開催日：平成25年11月12日 集会名、開催場所：MHS2013 & Micro-Nano Excellent Graduate School 国立大学法人名古屋大学 野依記念学術交流館 公開者：小関洵矢、大原賢一、神山和人、小嶋勝、洞出光洋、前泰志、新井健生、金子剛、松井裕史

(72)発明者 大原 賢一

愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501 学校法人名城大学内

(72)発明者 松井 裕史

茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波大学内

審査官 森川 能匡

(56)参考文献 特開2014-068088(JP,A)

特開2010-279054(JP,A)

特開2013-228798(JP,A)

特開2014-000119(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32

H04N 5/222 - 5/257

G02B 7/28 - 7/40

专利名称(译)	操作图像生成设备的方法，图像生成设备和配备有图像生成设备的内窥镜检查设备		
公开(公告)号	JP6400328B2	公开(公告)日	2018-10-03
申请号	JP2014098076	申请日	2014-05-09
[标]申请(专利权)人(译)	学校法人名城大学 国立大学法人筑波 国立大学法人大阪大学		
申请(专利权)人(译)	学校法人名城大学 国立大学法人筑波 国立大学法人大阪大学		
当前申请(专利权)人(译)	学校法人名城大学		
[标]发明人	新井健生 前泰志 小嶋勝 大原賢一 松井裕史		
发明人	新井 健生 前 泰志 小嶋 勝 大原 賢一 松井 裕史		
IPC分类号	A61B1/045		
FI分类号	A61B1/045.610 A61B1/04 A61B1/04.370 A61B1/045.615		
F-TERM分类号	4C161/CC06 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/SS21		
其他公开文献	JP2015213615A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)
 要解决的问题：提供一种用于容易地执行内窥镜检查的图像生成方法。
 解决方案：根据本发明的图像生成方法是用于从包括第一图像和第二图像的多个图像生成全焦点图像的图像生成方法图片。根据本发明的图像生成方法包括：估计步骤，用于估计第二图像从第一图像的行进距离；基于行进距离校正第二图像的校正步骤；以及生成步骤，评估第一图像和校正的第二图像的各个焦点，并基于评估结果生成全焦点图像。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第6400328号 (P6400328)
(45) 発行日 平成30年10月3日(2018.10.3)	(24) 登録日 平成30年9月14日(2018.9.14)	
(51) Int. Cl. A61B 1/045 (2006.01)	F I A61B 1/045 610	
請求項の数 13 (全 23 頁)		
(21) 出願番号 特願2014-98076(P2014-98076)	(73) 特許権者 599002043 学校法人 名城大学	
(22) 出願日 平成26年5月9日(2014.5.9)	愛知県名古屋市中区堀桑口1-501	
(63) 公開番号 特願2015-213615(P2015-213615A)	(74) 代理人 100165583 弁理士 前井 宏之	
(43) 公開日 平成27年12月3日(2015.12.3)	(72) 発明者 新井 健生 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法 人大阪大学内	
審査請求日 平成29年5月8日(2017.5.8)	(72) 発明者 前 泰志 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法 人大阪大学内	
	(72) 発明者 小嶋 勝 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法 人大阪大学内	
最終頁に続く		

(54) 【発明の名称】 画像生成装置の作動方法、画像生成装置、及び画像生成装置を備えた内視鏡検査装置