

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5424584号
(P5424584)

(45) 発行日 平成26年2月26日(2014.2.26)

(24) 登録日 平成25年12月6日(2013.12.6)

(51) Int.Cl.

F 1

A61B 1/00	(2006.01)	A 61 B 1/00	320 B
G06T 1/00	(2006.01)	G 06 T 1/00	290 Z
G06T 7/00	(2006.01)	G 06 T 7/00	250
A61B 1/04	(2006.01)	A 61 B 1/04	370

請求項の数 23 (全 21 頁)

(21) 出願番号

特願2008-158389 (P2008-158389)

(22) 出願日

平成20年6月17日 (2008.6.17)

(65) 公開番号

特開2009-297450 (P2009-297450A)

(43) 公開日

平成21年12月24日 (2009.12.24)

審査請求日

平成23年6月13日 (2011.6.13)

(73) 特許権者 000000376

オリンパス株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

(72) 発明者 松田 岳博

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
リンパス株式会社内

審査官 井上 香緒梨

(56) 参考文献 特開2002-257534 (JP, A
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理プログラムおよび画像処理装置の作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の体内の対象物を撮像した画像内の画素値をもとに、前記画像内の画素値の勾配変化をモデル化するモデル推定部と、

前記画像を構成する各画素の画素値と、前記モデル化された画素値の勾配変化によって定まる前記各画素の推定画素値との差分をもとに、前記画像に映る前記対象物上の異常部の候補領域を検出する異常部候補検出部と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記モデル推定部は、前記対象物の隆起形状を映した前記画像内の隆起領域における画素値の勾配変化をモデル化し、前記隆起領域に隆起勾配モデル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。 10

【請求項 3】

前記モデル推定部は、

前記隆起勾配モデルの初期隆起勾配モデルを設定する初期隆起勾配モデル設定部と、

前記初期隆起勾配モデルが設定された前記画像内の領域を構成する画素の画素値をもとに、前記初期隆起勾配モデルを初期状態とした前記隆起勾配モデルの修正を行う隆起勾配モデル修正部と、

を有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】

前記隆起形状の頂上領域を検出し、前記隆起形状を映した前記画像内の隆起領域の概略位置として推定する隆起頂上推定部を備えることを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項5】

前記初期隆起勾配モデル設定部は、前記隆起形状の前記頂上領域をもとに前記初期隆起勾配モデルを設定することを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。

【請求項6】

前記隆起頂上推定部は、前記画像内を画素値をもとに複数の領域に分割する領域分割部を有し、前記領域毎に画素値を比較して、周囲の領域よりも画素値が大きい領域を前記頂上領域として検出することを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。 10

【請求項7】

前記領域分割部は、前記画像内の画素値をクラスタリングして領域分割を行うことを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。

【請求項8】

前記領域分割部は、k-means法を適用して前記画素値のクラスタリングを行うことを特徴とする請求項7に記載の画像処理装置。

【請求項9】

前記領域分割部は、前記画像内の画素値の分布を混合分布によって推定し、前記画素値のクラスタリングを行うことを特徴とする請求項7に記載の画像処理装置。 20

【請求項10】

前記隆起勾配モデル修正部は、動的輪郭モデルを用いて前記隆起勾配モデルを変形させることを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項11】

前記頂上領域の特徴量を算出し、該算出した特徴量が所定の異常部候補条件を満たす頂上領域を前記異常部の候補領域として検出する隆起頂上異常判定部を備えることを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。 30

【請求項12】

前記異常部候補検出部は、前記隆起領域を構成する各画素の画素値と、該隆起領域に設定された隆起勾配モデルによって定まる前記隆起領域を構成する各画素の推定画素値との差分をもとに、該差分が所定の異常基準値範囲内である画素を前記異常部の候補領域の構成画素として検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。 30

【請求項13】

前記モデル推定部は、前記対象物の沈降形状を映した前記画像内の沈降領域における画素値の勾配変化をモデル化し、前記沈降領域に沈降勾配モデルを設定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14】

前記モデル推定部は、

前記沈降勾配モデルの初期沈降勾配モデルを設定する初期沈降勾配モデル設定部と、前記初期沈降勾配モデルが設定された前記画像内の領域を構成する画素の画素値をもとに、前記初期沈降勾配モデルの修正を行う沈降勾配モデル修正部と、 40

を有することを特徴とする請求項13に記載の画像処理装置。

【請求項15】

前記画像内の前記沈降領域を抽出する沈降領域抽出部を備えることを特徴とする請求項13に記載の画像処理装置。

【請求項16】

前記沈降領域抽出部は、前記隆起勾配モデルが設定された隆起領域を除外した前記画像内の領域を前記沈降領域として抽出することを特徴とする請求項15に記載の画像処理装置。

【請求項17】

前記沈降領域を構成する各画素についてそれぞれ最も近傍する隆起領域を選出し、選出 50

した隆起領域が異なる境界位置を分割位置として前記沈降領域を分割する沈降領域分割部を備えることを特徴とする請求項15に記載の画像処理装置。

【請求項18】

前記隆起領域の輪郭位置に所定数または所定間隔で設定点を配置する設定点配置部を備え、

前記沈降領域分割部は、前記隆起領域について前記設定点配置部が設定した前記設定点を用い、前記分割された沈降領域をさらに分割することを特徴とする請求項17に記載の画像処理装置。

【請求項19】

前記沈降勾配モデル修正部は、動的輪郭モデルを用いて前記沈降勾配モデルを変形させることを特徴とする請求項14に記載の画像処理装置。 10

【請求項20】

前記沈降領域の特徴量を算出し、該算出した特徴量が所定の異常部候補条件を満たす分割沈降領域を前記異常部の候補領域として検出する沈降領域異常判定部を備えることを特徴とする請求項15に記載の画像処理装置。

【請求項21】

前記異常部の候補領域の特徴量を算出し、該算出した特徴量が所定の異常部条件を満たす前記異常部の候補領域を前記対象物上の異常部と判定する異常判定部を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。 20

【請求項22】

コンピュータに、
被検体の体内的対象物を撮像した画像内の画素値をもとに、前記画像内の画素値の勾配変化をモデル化するモデル推定手順と、

前記画像を構成する各画素の画素値と、前記モデル化された画素値の勾配変化によって定まる前記各画素の推定画素値との差分をもとに、前記画像に映る前記対象物上の異常部の候補領域を検出する異常部候補検出手順と、

を実行させることを特徴とする画像処理プログラム。

【請求項23】

被検体の体内的対象物を撮像した画像内の画素値をもとに、前記画像内の画素値の勾配変化をモデル化するモデル推定ステップと。 30

前記画像を構成する各画素の画素値と、前記モデル化された画素値の勾配変化によって定まる前記各画素の推定画素値との差分をもとに、前記画像に映る前記対象物上の異常部の候補領域を検出する異常部候補検出ステップと、

を含むことを特徴とする画像処理装置の作動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象物を撮像した画像を処理する画像処理装置、画像処理プログラムおよび画像処理方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、カプセル型内視鏡に代表されるように、体内の管空間を移動しながら時系列の管空間内画像を順次撮像する医用の撮像装置が開発されている。カプセル型内視鏡は、患者の口から飲み込まれて体内に導入されると、管空間を蠕動運動等により移動しながら順次画像を撮像して体外の受信装置に送信し、最終的に体外に排出される。このカプセル型内視鏡によって撮像されて体外の受信装置で受信された被検体内部の画像は、診断用のワークステーション等で時系列順に順次表示され、医師等の観察者によって確認される。

【0003】

このカプセル型内視鏡は、膨大な枚数の画像を撮像する。このため、診断用のワークステーション等では、撮像された画像の中から、例えば出血等の異常部の存在が疑われる画 50

像を観察すべき画像として検出する処理を行い、医師等による画像の観察にかかる負担を軽減している。例えば、画像をブロック分割してブロック毎に色調情報を算出し、算出した色調情報についてクラスタリングを行うことによって、正常な粘膜を構成するブロックのクラスタから所定の基準以上離れたクラスタに属するブロックを異常部として抽出する手法が知られている（特許文献1参照）。また、微小石灰化陰影の候補を検出するための形状依存性フォルダであるモフォロジフィルタを用いて微小石灰化陰を強調した画像を生成する手法が知られている（特許文献2参照）。

【0004】

【特許文献1】特開2005-192880号公報

【特許文献2】特開2002-99896号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、カプセル型内視鏡によって撮像される画像は、体内器官を対象物として映した画像であり、この画像内には、体内器官内壁の粘膜構造の折りたたみやうねり等による隆起形状や沈降形状が映る。このため、特許文献1のように色調情報を用いて異常部の検出を行う場合、これらの隆起形状や沈降形状といった対象物の形状によって画像中に表れる画素値の変化が、正常な粘膜のクラスタと異常部のクラスタとの分離を困難にするという問題があった。また、この画素値の変化が、対象物上の異常部が映った場合の画素値の変化と類似しているため、これらを区別できないという問題があった。例えば、特許文献2のようにモフォロジフィルタを用いて異常陰影抽出を行う場合、様々な形状の粘膜構造や病変構造により、多くの誤検出が生じる。

20

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、対象物を撮像した画像内の異常部候補領域を、対象物の形状によって画像中に表れる画素値の変化による影響を受けて精度良く検出することができる画像処理装置、画像処理プログラムおよび画像処理方法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】

【0007】

上記した課題を解決し、目的を達成するための、本発明のある態様にかかる画像処理装置は、対象物を撮像した画像内の画素値をもとに、前記画像内の画素値の勾配変化をモデル化するモデル推定部と、前記画像を構成する各画素の画素値と、前記モデル化された画素値の勾配変化によって定まる前記各画素の推定画素値との差分をもとに、前記画像に映る前記対象物上の異常部の候補領域を検出する異常部候補検出部と、を備えるものである。

30

【0008】

この態様にかかる画像処理装置によれば、画像内の画素値の勾配変化をモデル化し、実際の画素値とモデル化された画素値の勾配変化によって定まる推定画素値との差分をもとに、異常部の候補領域を検出することができる。したがって、対象物を撮像した画像内の異常部の候補領域を、対象物の形状によって画像中に表れる画素値の変化による影響を受けて精度良く検出することができる。

40

【0009】

また、本発明の別の態様にかかる画像処理プログラムは、コンピュータに、対象物を撮像した画像内の画素値をもとに、前記画像内の画素値の勾配変化をモデル化するモデル推定手順と、前記画像を構成する各画素の画素値と、前記モデル化された画素値の勾配変化によって定まる前記各画素の推定画素値との差分をもとに、前記画像に映る前記対象物上の異常部の候補領域を検出する異常部候補検出手順と、を実行させるためのものである。

【0010】

また、本発明の別の態様にかかる画像処理方法は、対象物を撮像した画像内の画素値をもとに、前記画像内の画素値の勾配変化をモデル化するモデル推定ステップと、前記画像

50

を構成する各画素の画素値と、前記モデル化された画素値の勾配変化によって定まる前記各画素の推定画素値との差分をもとに、前記画像に映る前記対象物上の異常部の候補領域を検出する異常部候補検出ステップと、を含むものである。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、対象物を撮像した画像内の異常部の候補領域を、対象物の形状によって画像中に表れる画素値の変化による影響を受けずに精度良く検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照し、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。以下では、体内の管空内を移動するカプセル型内視鏡を用い、このカプセル型内視鏡が体内管空内を移動しながら連続的に撮像した画像を処理する画像処理装置について説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付して示している。

10

【0013】

(実施の形態)

図1は、本実施の形態の画像処理装置70を含む画像処理システムの全体構成を示す概略模式図である。図1に示すように、画像処理システムは、被検体1の体内の管空内の画像(以下、「管空内画像」と呼ぶ。)を撮像するカプセル型内視鏡3、カプセル型内視鏡3から無線送信される管空内画像の画像データを受信する受信装置4、受信装置4によって受信された管空内画像を画像処理する画像処理装置70等を備える。受信装置4と画像処理装置70との間の画像データの受け渡しには、例えば可搬型の記録媒体(可搬型記録媒体)5が使用される。

20

【0014】

カプセル型内視鏡3は、撮像機能や無線機能、撮像部位を照明する照明機能等を具備するものであって、例えば、検査のために人や動物等の被検体1の口から飲込まれて被検体1内部に導入される。そして、自然排出されるまでの間、食道、胃、小腸、大腸等の内部の管空内画像を所定の撮像レートで連続的に撮像して取得し、体外に無線送信する。

【0015】

受信装置4は、被検体1内におけるカプセル型内視鏡3の通過経路に対応する体表上の位置に分散配置される受信用アンテナA1～Anを備える。そして、受信装置4は、各受信用アンテナA1～Anを介してカプセル型内視鏡3から無線送信される画像データを受信する。この受信装置4は、可搬型記録媒体5の着脱が自在に構成されており、受信した画像データを可搬型記録媒体5に逐次保存する。このようにして、受信装置4は、カプセル型内視鏡3が撮像した被検体1内部の管空内画像を時系列順に可搬型記録媒体5に蓄積する。

30

【0016】

画像処理装置70は、ワークステーションやパソコン等の汎用コンピュータで実現されるものであり、可搬型記録媒体5の着脱が自在に構成される。この画像処理装置70は、可搬型記録媒体5に保存された管空内画像を取得して処理し、表示装置に画面表示する。

40

【0017】

図2は、画像処理装置70の機能構成を示すブロック図である。本実施の形態では、画像処理装置70は、外部インターフェース71と、入力部72と、表示部73と、記憶部74と、演算部75と、画像処理装置70全体の動作を制御する制御部76とを備える。

【0018】

外部インターフェース71は、カプセル型内視鏡3で撮像され、受信装置4で受信した管空内画像の画像データを取得するためのものであり、例えば可搬型記録媒体5を着脱自在に装着し、この可搬型記録媒体5に保存された管空内画像の画像データを読み出すリーダ装置で構成される。なお、カプセル型内視鏡3によって撮像された時系列の管空内画像の取得は、可搬型記録媒体5を用いた構成に限定されるものではない。例えば、可搬型記

50

録媒体 5 のかわりに別途サーバを設置し、このサーバに時系列の管空内画像を予め保存しておく構成としてもよい。この場合には、外部インターフェースを、サーバと接続するための通信装置等で構成する。そして、この外部インターフェースを介してサーバとデータ通信を行い、時系列の管空内画像を取得する。あるいは、記憶部 74 内にカプセル型内視鏡 3 によって撮像された時系列の管空内画像を予め保存しておく構成としてもよい。

【 0 0 1 9 】

入力部 72 は、例えばキーボードやマウス、タッチパネル、各種スイッチ等によって実現されるものであり、入力された指示情報を制御部 76 に出力する。表示部 73 は、LCD や ELD ディスプレイ、CRT ディスプレイ等の表示装置によって実現されるものであり、制御部 76 の制御によって、時系列の管空内画像の表示画面を含む各種画面を表示する。

10

【 0 0 2 0 】

記憶部 74 は、更新記憶可能なフラッシュメモリ等の ROM や RAM といった各種 IC メモリ、内蔵或いはデータ通信端子で接続されたハードディスク、CD-ROM 等の情報記憶媒体及びその読み取り装置等によって実現されるものである。この記憶部 74 には、画像処理装置 70 を動作させ、この画像処理装置 70 が備える種々の機能を実現す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等が格納される。また、演算部 75 が管空内画像に映る異常部を検出するための画像処理プログラム 741 が格納される。

【 0 0 2 1 】

20

演算部 75 は、カプセル型内視鏡 3 によって撮像された管空内画像を処理し、この管空内画像に映る異常部を検出するための種々の演算処理を行う。この演算部 75 は、モデル推定部としての隆起形状推定部 751 および沈降形状推定部 752 と、隆起頂上異常判定部 753 と、沈降領域異常判定部としての分割沈降領域異常判定部 754 と、異常部候補検出部 755 と、異常判定部 756 とを含む。

【 0 0 2 2 】

隆起形状推定部 751 は、管空内画像に映る隆起形状を推定する。この隆起形状推定部 751 は、隆起頂上推定部 751a と、初期隆起勾配モデル設定部としての画素隆起モデル推定部 751b と、隆起勾配モデル修正部としての画素隆起モデル修正部 751c とを有する。隆起頂上推定部 751a は、隆起形状を映した隆起領域の頂上付近の領域（以下、「隆起頂上領域」と呼ぶ。）を検出し、隆起領域の概略位置として推定する。画素隆起モデル推定部 751b は、隆起頂上領域をもとに、画素値の勾配変化をモデル化した画素隆起モデル（隆起勾配モデル）の初期状態である初期隆起モデル（初期隆起勾配モデル）を作成する。画素隆起モデル修正部 751c は、隆起領域の画素値をもとに初期隆起モデルを修正し、隆起領域に画素隆起モデルを設定する。

30

【 0 0 2 3 】

沈降形状推定部 752 は、管空内画像に映る沈降形状を推定する。この沈降形状推定部 752 は、沈降領域抽出部 752a と、沈降領域分割部 752b と、初期沈降勾配モデル設定部としての画素沈降モデル推定部 752c と、沈降勾配モデル修正部としての画素沈降モデル修正部 752d とを有する。沈降領域抽出部 752a は、画像内の隆起領域を除いた領域を沈降領域として抽出する。沈降領域分割部 752b は、近傍する隆起領域の位置をもとに沈降領域を分割する。画素沈降モデル推定部 752c は、分割された沈降領域（以下、「分割沈降領域」と呼ぶ。）をもとに、画素値の勾配変化をモデル化した画素沈降モデル（沈降勾配モデル）の初期状態である初期沈降モデル（初期沈降勾配モデル）を作成する。画素沈降モデル修正部 752d は、分割沈降領域の画素値をもとに初期沈降モデルを修正し、分割沈降領域に画素沈降モデルを設定する。

40

【 0 0 2 4 】

隆起頂上異常判定部 753 は、隆起頂上領域の特徴量をもとに、隆起頂上領域が異常部候補領域か否かを判定する。分割沈降領域異常判定部 754 は、分割沈降領域の特徴量をもとに、分割沈降領域が異常部候補領域か否かを判定する。異常部候補検出部 755 は、

50

隆起領域において、その画素隆起モデルから外れた画素を異常部候補領域の構成画素として検出するとともに、分割沈降領域において、その画素沈降モデルから外れた画素を異常部候補領域の構成画素として検出する。異常判定部 756 は、異常部候補領域の特徴量をもとに、異常部候補領域が異常部か否かを判定する。

【0025】

制御部 76 は、CPU 等のハードウェアによって実現される。この制御部 76 は、外部インターフェース 71 を介して取得される画像データや入力部 72 から入力される操作信号、記憶部 74 に格納されるプログラムやデータ等に基づいて画像処理装置 70 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 70 全体の動作を統括的に制御する。

10

【0026】

図 3 は、画像処理装置 70 の演算部 75 が行う演算処理手順を示すフローチャートである。なお、ここで説明する処理は、演算部 75 が記憶部 74 に格納された画像処理プログラム 741 を読み出して実行することによって実現される。

【0027】

図 3 に示すように、演算部 75 は、先ず、外部インターフェース 71 および制御部 76 を介して画像（管空内画像）を取得する（ステップ a1）。図 4 は、ステップ a1 で取得される画像（管空内画像）の一例を示す図である。カプセル型内視鏡 3 によって撮像される管空内画像には、対象物である体内器官内壁の粘膜構造や、この管空内を浮遊する内容物、泡等が映るとともに、時として病変等の重要箇所が映る。ここで、体内器官内壁の粘膜構造には、体内器官やその内壁粘膜の折りたたみ、うねり等による隆起形状または沈降形状が含まれる。

20

【0028】

続いて、図 3 に示すように、隆起形状推定処理に移る（ステップ a3）。図 5 は、隆起形状推定処理の詳細な処理手順を示すフローチャートである。

【0029】

隆起形状推定処理では先ず、隆起頂上推定部 751a が、領域分割部として、管空内画像を構成する各画素について例えばその R（赤）、G（緑）、B（青）の画素値に基づいたクラスタリングを行う（ステップ b1）。ここで、クラスタリングの手法としては、例えば k-means 法によるクラスタリング（参考：CG - ARTS 協会、ディジタル画像処理、P232）や、EM アルゴリズムを用いた混合分布の推定によるクラスタリング（参考：Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm (A. P. Dempster, et.al, Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological), Vol. 1.39, No.1. (1977), pp.1-38.) 等、公知の手法を用いることができる。

30

【0030】

続いて、隆起頂上推定部 751a は、クラスタリングの結果をもとに、取得した画像の各画素にラベルを付与し、ラベリング画像を作成する（ステップ b3）。図 6 は、ラベリング画像の一例を示す図である。例えば、隆起頂上推定部 751a は、各クラスタの重心の輝度値に従って、輝度値の大きい順に各クラスタにラベル（1, 2, 3, …）を割り振る。そして、隆起頂上推定部 751a は、各画素に、その画素が属するクラスタに割り振られたラベルを画素値として付与する。これによって、図 6 に示すように、クラスタ毎のラベル領域に領域分けされたラベリング画像が得られる。なお、得られたラベル領域のうち、予め設定される所定の面積より小さいラベル領域については、以降の処理の対象から除外する。以下、以降の処理で対象とする領域を「処理対象領域」と呼ぶ。

40

【0031】

続いて、隆起頂上推定部 751a は、図 5 に示すように、ラベリング画像をもとに処理対象領域内の隆起頂上領域を推定する（ステップ b5）。具体的には、隆起頂上推定部 751a は、ラベリング画像を構成する各ラベル領域の中から、それ自身のラベルよりも大きいラベルのラベル領域で囲まれたラベル領域を抽出し、隆起頂上領域とする。

【0032】

50

図7は、図6に示したラベリング画像から推定した隆起頂上領域L11～L13, L15, L16を示す図である。図7に示すように、自身のラベルが“1”であり、周囲のラベルが“2”であるラベル領域L11～L13や、自身のラベルが“2”であり、周囲のラベルが“3”であるラベル領域L15, L16が隆起頂上領域として抽出される。なお、ここでは、ラベルの小さいものから順に隆起頂上領域の抽出を行い、隆起頂上領域とされたラベル領域の周囲のラベル領域については抽出しない。例えば、自身のラベルが“3”であり、周囲のラベルが“4”であるラベル領域L17等も自身のラベルより大きいラベルが付与されたラベル領域で囲まれているが、このラベル領域L17は、隆起頂上領域として推定されたラベル領域L13の周囲のラベル領域であるので、このラベル領域L17については抽出しない。ただし、このラベル領域L17が隆起頂上領域かどうかの推定は後で行う。 10

【0033】

そして、図5に示すように、隆起頂上推定部751aによって推定された隆起頂上領域がある場合には(ステップb7: Yes)、ステップb9～ステップb13の処理に移り、この隆起頂上領域を頂上部分とする隆起領域に画素隆起モデルを設定する。なお、推定された隆起頂上領域が複数ある場合には、各隆起頂上領域それぞれについて、ステップb9～ステップb13の処理を行う。 20

【0034】

すなわち、ステップb9では、隆起頂上異常判定部753が、隆起頂上領域の異常判定を行い、予め設定される異常部候補条件を満たす隆起頂上領域を異常部候補領域として検出する。隆起頂上領域の異常判定に際しては、先ず、隆起頂上領域の特徴量を算出する。例えば、隆起頂上領域を構成する各画素のR値、G値、B値等の色調情報や、隆起頂上領域とその周囲の領域との色調の変化量、隆起頂上領域の形状等を隆起頂上領域の特徴量として算出する。次に、算出した特徴量を事前に用意しておいた基準指標と比較することによって、隆起頂上領域の異常判定を行う。基準指標としては、例えば、異常種類毎の特徴量の範囲を教師データとして定めておくことができる。この場合には、隆起頂上異常判定部753は、隆起頂上領域の特徴量が異常種類毎の特徴量の範囲内か否かを異常部候補条件としてその異常判定を行う。あるいは、正常なサンプルを用意して隆起頂上領域の特徴量を算出し、正常な隆起頂上領域の特徴量範囲を定めておくこととしてもよい。この場合には、隆起頂上異常判定部753は、隆起頂上領域の特徴量が正常な隆起頂上領域の特徴量範囲からどれだけ外れているかを異常部候補条件としてその異常判定を行う。 30

【0035】

続いて、画素隆起モデル推定部751bが、異常でないと判定された隆起頂上領域をもとに、その隆起頂上領域に設定する初期隆起モデルを作成する(ステップb11)。図8は、初期隆起モデルの作成原理を説明する説明図であり、隆起頂上領域L11について作成される初期隆起モデル M_a 11を示している。初期隆起モデル M_a 11の作成に際しては、先ず、隆起頂上領域L11の重心 P_a を算出する。次に、設定点配置部として、算出した隆起頂上領域L11の重心 P_a から図8中に二点鎖線で示すように放射状に設定される各方向と、隆起頂上領域L11の輪郭との交点を設定点の一例である端点 P_b とする処理を行う。そして、重心 P_a と端点 P_b との間にそれぞれ中間点 P_c を配置する。なお、配置する中間点の位置はこれに限定されるものではなく、予め設定される所定の間隔で中間点を配置するようにしてもよい。また、配置する中間点の数についても、端点と同数である必要はなく、適宜設定しておくことができる。 40

【0036】

そして、この重心、端点および中間点を用いて隆起領域のモデル化を行い、画素隆起モデルの初期形状である初期隆起モデルを作成する。ここで、隆起の頂上(頂点)付近は光源からの距離が近く、隆起の裾付近は光源からの距離が遠い。このため、隆起の頂上に近づくにつれて光源からの光の反射として表れる画素値(輝度値)は大きくなり、裾に近づくにつれて小さくなる。本実施の形態では、これをを利用して隆起領域のモデル化を行い、重心、端点および中間点の各位置(x, y)に、各位置の推定画素値(z)を追加して隆 50

起形状を3次元で表したものを「画素隆起モデル」と呼ぶ。すなわち、上記のようにして算出した重心、端点および中間点の各位置の推定画素値を求め、初期隆起モデルとする。重心、端点および中間点の各位置の推定画素値の算出に際しては、先ず、各位置それについて、その近傍位置の画素を含む近傍領域のエッジ抽出を行う。エッジ抽出の手法としては、適宜公知の手法を用いることができるが、例えば、ソーベルフィルタを用いたエッジ抽出を行う（参考：C G - A R T S 協会，ディジタル画像処理，P 1 1 6 - P 1 1 7）。そして、この近傍領域の画素のうち、エッジ抽出によってエッジとして抽出された画素を除く画素値の平均値を算出し、各位置の推定画素値とする。

【0037】

続いて、図5に示すように、画素隆起モデル修正部751cが、初期隆起モデルを初期形状とする画素隆起モデルを修正し、隆起領域に設定する（ステップb13）。画素隆起モデル（初期隆起モデル）の修正は、動的輪郭モデルを用いて端点および中間点を移動させることによって行う。

【0038】

図9、図10は、画素隆起モデルM_aの修正原理を説明する説明図であり、図10は、図9に示した画素隆起モデルM_aの重心P_aおよび端点P_bを通る断面を示している。ここで、図9に示すE_{internal}は、隣接する端点P_bと中間点P_cとを結ぶ直線の連続性や滑らかさのエネルギーを表す。このE_{internal}は、隣接する端点P_b間を結ぶ直線のなす角度11が小さいほどその値が小さくなるように、隣接する中間点P_c間を結ぶ直線のなす角度13が小さいほどその値が小さくなるように、あるいは中間点P_cを中心P_aおよび隣接する端点P_bとそれぞれ結んだ直線のなす角度15が小さいほどその値が小さくなるように定義される。そして、E_{external}は、端点P_bおよび中間点P_cを移動させ、画素隆起モデルM_aを画素勾配に沿って広げるエネルギーを表す。このE_{external}は、端点P_bおよび中間点P_cが実際の画素値の勾配に沿いながら重心P_aから離れていくほど、その値が小さくなるように定義される。また、図10に示すE_{image}は、エッジに対する端点P_bの適合性エネルギーを表すとともに、画素隆起モデルM_aの推定画素値とこの画素隆起モデルM_aが設定された隆起領域の図10中に破線で示す実際の画素値との画素値差分エネルギーを表す。このE_{image}は、端点P_bがソーベルフィルタ等を用いて抽出したエッジと適合しているほどその値が小さくなり、端点P_bおよび中間点P_cの推定画素値とこの端点P_bおよび中間点P_cの各位置における実際の画素値との差分絶対値が小さいほどその値が小さくなるように定義される。

【0039】

具体的には、動的輪郭モデルのエネルギーE_uを次式(1)によって定める。そして、この動的輪郭モデルのエネルギーE_uの値が最小となるように端点と中間点それぞれの位置および推定画素値を求める。1, 2, 3は、所定の係数を表す。

$$E_u = 1 E_{internal} + 2 E_{external} + 3 E_{image} \quad \dots (1)$$

【0040】

図11-1は、管空内画像の画素値分布G21の一例を示す図である。また、図11-2は、図11-1に示した画素値分布のA部断面図であり、A部断面における画素値分布G21とともに、このA部断面付近に設定された画素隆起モデルM_a21の断面を示している。ここで、画素隆起モデルの重心と中間点との間の各画素や、中間点と端点との間の各画素の画素値（推定画素値）については、線形補間やスプライン曲面等で補間して求められる。

【0041】

なお、隣接する端点と中間点との間が引き合うエネルギーを別途定義し、これを加味して画素隆起モデルを修正することとしてもよい。また、隆起領域の抽出手法は、上記した手法に限定されるものではない。例えば、予め所定の分布形状の画素隆起モデルを定義しておき、これらの混合分布によって画像が表現されると仮定して画素隆起モデルを修正するようにしてもよい。この場合には、隆起頂上領域の抽出を行わずにEMアルゴリズムを用いた混合分布の推定を行い、画素隆起モデルを修正する。

10

20

30

40

50

【0042】

図12は、図7に示した隆起頂上領域L11～L13, L15, L16をもとに設定した画素隆起モデルM_a11～M_a13, M_a15, M_a16を示す図であり、図12中ににおいて、各画素隆起モデルM_a11～M_a13, M_a15, M_a16の外形を破線で示すとともに、その重心P_aおよび端点P_bを示している。ステップb9～ステップb13の処理の結果、図12に示すように、各隆起頂上領域L11～L13, L15, L16を拡張するような範囲をそれぞれ隆起領域とした画素隆起モデルM_a11～M_a13, M_a15, M_a16が画像内に設定され、各隆起頂上領域L11～L13, L15, L16をそれぞれ頂上部分とした隆起形状が推定される。

【0043】

10

図5に戻り、画素隆起モデル修正部751cは、以上のようにして画素隆起モデルを設定したならば、続いて、この画素隆起モデルを設定した隆起領域を処理対象領域から除外する（ステップb15）。そして、ステップb5に移行し、隆起頂上推定部751aが、再度ラベリング画像をもとに隆起頂上領域を推定する。そして、隆起頂上領域が推定された場合には（ステップb7：Yes）、画素隆起モデルの設定を行う（ステップb9～ステップb13）。

【0044】

図13は、既に画素隆起モデルが設定された領域（隆起領域）L21～L23, L25, L26を除外して推定した隆起頂上領域L31, L32を示す図であり、図14は、図13に示した隆起頂上領域L31, L32をもとに設定した画素隆起モデルM_a31, M_a32を示す図である。ここでの処理によって、図13に示すように、隆起領域L21～L23, L25, L26を除外した処理対象領域から、自身より大きなラベル番号に囲まれたラベル領域が隆起頂上領域L31, L32として抽出される。そして、図14に示すように、各隆起頂上領域L31, L32を拡張するような範囲をそれぞれ隆起領域とした画素隆起モデルM_a31, M_a32が画像内に設定される。以上のように、処理対象領域内から隆起頂上領域とするラベル領域が抽出されなくなるまで処理を繰り返し、抽出されなければ（ステップb7：No）、図3のステップa3にリターンし、その後ステップa5に移行する。

20

【0045】

30

すなわち、ステップa5では、沈降形状推定処理に移る。図15は、沈降形状推定処理の詳細な処理手順を示す図である。

【0046】

沈降形状推定処理では先ず、沈降領域抽出部752aが、画像内の隆起領域を除く領域を、隣接する隆起領域間の沈降領域として抽出する（ステップc1）。続いて、沈降領域分割部752bが、沈降領域を分割する（ステップc3）。図16は、分割沈降領域を示す図である。沈降領域抽出部752aは、先ず、沈降領域を構成する各画素について、それぞれ最も近傍する隆起領域を選出する。そして、図16中に破線で示すように、選出した隆起領域が異なる境界位置を分割位置として、沈降領域を分割する。

【0047】

40

そして、図15に示すように、沈降領域分割部752bは、分割沈降領域をさらに細かく細分化する（ステップc5）。具体的には、分割沈降領域と接している隆起領域、すなわち、分割沈降領域を構成する各画素について選出された隆起領域に設定された画素隆起モデルの端点を用いて細分化する。例えば、分割沈降領域を、画素隆起モデルの各端点位置で沈降勾配方向に沿って分割することによって、細分化する。なお、各端点位置で分割する必要はなく、例えば2端点毎に分割する等してもよい。

【0048】

続いて、分割沈降領域異常判定部754が、分割され、細分化された分割沈降領域の異常判定を行い、予め設定される異常部候補条件を満たす分割沈降領域を異常部候補領域として検出する（ステップc7）。分割沈降領域の異常判定は、隆起頂上領域異常判定部756が行う異常判定と同様にして行うことができる。すなわち先ず、分割沈降領域の特徴

50

量を算出する。例えば、分割沈降領域を構成する各画素の R 値、G 値、B 値等の色調情報や、分割沈降領域と周囲の領域とその周囲の領域との色調変化量、分割沈降領域の形状等を分割沈降領域の特徴量として算出する。次に、算出した特徴量を事前に用意しておいた基準指標と比較することによって、分割沈降領域の異常判定を行う。例えば、基準指標として異常種類毎の特徴量の範囲を定めた教師データを用意しておく場合であれば、分割沈降領域異常判定部 754 は、分割沈降領域の特徴量が異常種類毎の特徴量の範囲内か否かを異常部候補条件としてその異常判定を行う。また、正常なサンプルを用意して分割沈降領域の特徴量を算出し、正常な分割沈降領域の特徴量範囲を基準指標として定めておく場合であれば、分割沈降領域異常判定部 754 は、分割沈降領域の特徴量が正常な分割沈降領域の特徴量範囲からどれだけ外れているかを異常部候補条件としてその異常判定を行う。

10

【 0049 】

続いて、画素沈降モデル推定部 752c が、異常でないと判定された分割沈降領域をもとに、その分割沈降領域に設定する初期沈降モデルを作成する(ステップ c9)。図17 20 は、初期沈降モデルの作成原理を説明する説明図であり、細分化された分割沈降領域 L41 について作成される初期沈降モデル M_b 41 を示している。初期沈降モデル M_b 41 の作成に際しては、先ず、分割沈降領域 L41 の輪郭位置をもとに角を端点 Pd とする。そして、各端点 Pd の間に中間点 Pe を配置する。例えば、予め設定される所定間隔で中間点を配置することとしてもよいし、予め設定される所定数の中間点を配置することとしてもよい。そして、この端点および中間点を用いて沈降領域のモデル化を行い、画素沈降モデルの初期形状である初期沈降モデルを作成する。端点および中間点の各位置の推定画素値については、所期隆起モデルの作成と同様にして、先ず、各位置それぞれについて、その近傍位置の画素を含む近傍領域のエッジ抽出を行う。そして、この近傍領域の画素のうち、エッジ抽出によってエッジとして抽出された画素を除く画素値の平均値を算出し、各位置の推定画素値とする。

【 0050 】

続いて、図15 30 に示すように、画素沈降モデル修正部 752d が、初期沈降モデルを初期形状とする画素沈降モデルを修正し、分割沈降領域に設定する(ステップ c11)。画素沈降モデル(初期沈降モデル)の修正は、動的輪郭モデルを用いて端点および中間点を移動させることによって行う。

【 0051 】

図18、図19は、画素沈降モデル M_b の修正原理を説明する説明図であり、図19は、図18に示した画素沈降モデル M_b の端点 Pd およびこの端点 Pd と隣接する中間点 Pe を通る断面を示している。ここで、図18に示す $E_{internal_d}$ は、隣接する端点 Pd と中間点 Pe とを結ぶ直線の連続性や隣接する中間点 Pe 間を結ぶ直線の連続性や滑らかさのエネルギーを表す。この $E_{internal_d}$ は、隣接する端点 Pd と中間点 Pe とを結ぶ直線のなす角度 $\angle 21$ が小さいほどその値が小さくなるように、あるいは隣接する中間点 Pe 間を結ぶ直線のなす角度 $\angle 23$ が小さいほどその値が小さくなるように定義される。そして、図18および図19に示す $E_{external_d}$ は、中間点 Pe を画素勾配に沿って移動させるエネルギーを表す。この $E_{external_d}$ は、初期沈降モデル M_b における中間点 Pe の推定画素値が、この中間点 Pe の位置における実際の画素値に近づく向きへと画素値が変化するときにその値が小さくなるように、あるいは初期沈降モデル M_b における中間点 Pe の位置が、この位置を基準とした所定範囲内の画素のうちの周囲との変化量が少ない画素の方向に動くほどその値が小さくなるように定義される。また、図19に示す E_{image_d} 40 は、画素沈降モデル M_b の推定画素値とこの画素沈降モデル M_b が設定された分割沈降領域の図19中に破線で示す実際の画素値との画素値差分エネルギーを表す。この E_{image_d} は、中間点 Pe の推定画素値とこの中間点 Pe の位置における実際の画素値との差分絶対値が小さくなるときにその値が小さくなるように定義される。

40

【 0052 】

具体的には、動的輪郭モデルのエネルギー E_d を次式(2)によって定める。そして、

50

この動的輪郭モデルのエネルギー E_d の値が最小となるように端点と中間点それぞれの位置および推定画素値を求める。 ${}_5, {}_6, {}_7$ は、所定の係数を表す。

$$E_d = {}_5 E_{internal_d} + {}_6 E_{external_d} + {}_7 E_{image_d} \quad \dots \quad (2)$$

【0053】

図 20-1 は、管空内画像の画素値分布 G51 の一例を示す図である。また、図 20-2 は、図 20-1 に示した画素値分布の B 部断面図であり、B 部断面における画素値分布 G51 とともに、この B 部断面付近に設定された画素沈降モデル M_b 51 の断面を示している。ここで、画素沈降モデルの端点と中間点との間の各画素の画素値（補正画素値）について、線形補間やスプライン曲面等で補間して求める。この沈降形状推定処理を終えたならば、図 3 のステップ a5 にリターンし、その後ステップ a7 に移る。

10

【0054】

すなわち、ステップ a7 では、異常部候補検出部 755 が、異常部候補領域を検出する。異常部候補領域の検出に際しては、先ず、各隆起領域の実際の画素値をその画素隆起モデルと比較する。次に、実際の画素値と画素隆起モデルの推定画素値との差分が予め異常基準値範囲として設定される所定の閾値以上である場合に、画素値が画素隆起モデルから外れているとし、その画素を異常部候補領域の構成画素として検出する。図 21～図 23 は、異常部候補領域の検出原理を説明する説明図である。ここで、図 21 は、管空内画像の一例を示している。また、図 22 は、図 21 に示した管空内画像内の領域 C 付近に設定された画素隆起モデル M_a 61 の断面を示しており、画素隆起モデル M_a 61 の断面とともに実際の画素値分布 G61 を示している。ここで、図 22 中に矢印で示す位置の画素のように、その位置の画素の実際の画素値が画素隆起モデルの推定画素値から大きく外れている画素が、異常部候補領域の構成画素として検出される。同様にして、各分割沈降領域の実際の画素値をその画素沈降モデルと比較し、実際の画素値と画素沈降モデルの推定画素値との差分が予め異常基準値範囲として設定される所定の閾値以上である場合に、画素値が画素沈降モデルから外れているとし、その画素を異常部候補領域の構成画素として検出する。そして、抽出された異常部候補領域の構成画素について公知のラベリング処理を行い、連結している構成画素に固有のラベルを付与する（参考：CG-ARTS 協会、ディジタル画像処理、P181～P182）。異常部候補検出部 755 は、このラベリング処理の結果同一のラベルが付与された領域を、それぞれ異常部候補領域として検出する。図 23 の例では、3 つの異常部候補領域 L71～L73 が検出されている。

20

【0055】

続いて、異常判定部 756 が、図 5 のステップ b9 で異常部候補領域として検出された隆起頂上領域や、図 15 のステップ c7 で異常部候補領域として検出された分割沈降領域、図 3 のステップ a7 で検出された異常部候補領域について異常判定を行い、予め設定される異常部条件を満たす異常部候補領域を対象物上の異常部を映した領域と判定する（ステップ a9）。異常判定は、異常部候補領域の R 値、G 値、B 値等の色調情報や、異常部候補領域とその周囲の領域との色調の変化量、異常部候補領域の輪郭のエッジ強度、異常部候補領域の形状等を異常部候補領域の特徴量として算出する。次に、算出した特徴量を事前に用意しておいた基準指標と比較することによって、異常部候補領域の異常判定を行う。そして、基準指標として異常種類毎の特徴量の範囲を定めた教師データを用意しておけば、異常判定部 756 は、異常部候補領域の特徴量が異常種類毎の特徴量の範囲内か否かを異常部条件としてその異常判定を行う。また、正常なサンプルを用意して異常部候補領域の特徴量を算出し、正常な異常部候補領域の特徴量範囲を基準指標として定めておけば、異常判定部 756 は、異常部候補領域の特徴量が正常な異常部候補領域の特徴量範囲からどれだけ外れているかを異常部条件としてその異常判定を行う。

30

【0056】

そして、演算部 75 が、異常判定の結果を出力し（ステップ a11）、演算処理を終える。例えば、演算部 75 は、異常と判定された隆起頂上領域や分割沈降領域、異常部候補領域を示した画像を生成する等して、異常と判定された画像上の位置を制御部 76 を介し

40

50

て表示部 73 に表示出力する制御を行う。

【0057】

以上説明したように、本実施の形態によれば、画像内の画素値の勾配変化をモデル化した画素隆起モデルを画像内に設定することによって、この画像に映る粘膜構造の折りたたみやうねり等による隆起形状を推定することができる。また、画素沈降モデルを画像内に設定することによって、この画像に映る粘膜構造の沈降形状を推定することができる。そして、隆起領域の実際の画素値をその画素隆起モデルと比較し、実際の画素値と画素隆起モデルの推定画素値との差が大きく、画素値が画素隆起モデルから外れている場合に、その画素を異常部候補領域の構成画素として検出することができる。また、沈降領域の実際の画素値をその画素沈降モデルと比較し、実際の画素値と画素沈降モデルの推定画素値との差が大きく、画素値が画素沈降モデルから外れている場合に、その画素を異常部候補領域の構成画素として検出することができる。そして、検出された異常部候補領域のうち、予め設定される異常部条件を満たす異常部候補領域を粘膜構造上の異常部を映した領域と判定することができる。したがって、管空内画像の粘膜構造上に映る異常部の候補領域を、粘膜構造の形状によって画像中に表れる画素値の変化による影響を受けずに精度良く検出することができる。

【0058】

なお、上記した実施の形態では、隆起形状を推定した後で沈降形状を推定する場合について説明したが、沈降形状を先に推定することとしてもよい。この場合には、画像内の画素値をクラスタリングし、このクラスタリングの結果をもとに各画素にラベルを付与してラベリング画像を作成した後、このラベリング画像をもとに沈降底部領域を推定する。具体的には、ラベリング画像を構成する各ラベル領域の中から、それ自身のラベルよりも小さいラベルのラベル領域で囲まれたラベル領域（周囲より輝度値が低いラベル領域）を抽出し、沈降底部領域とする。そして、この沈降底部領域をもとに初期沈降モデルを作成し、これを修正して画素沈降モデルを設定する。また、隆起形状を推定する際には、画素沈降モデルを設定した沈降領域を除外した画像内の領域について画素隆起モデルの設定を行う。

【0059】

また、上記した実施の形態では、カプセル型内視鏡が体内管空内を移動しながら撮像した体腔内画像を処理し、この体腔内画像に映る粘膜構造上の異常部の候補領域を検出する場合について説明したが、処理可能な画像はカプセル内視鏡が撮像した管空内画像に限定されるものではなく、対象物を撮像した画像から対象物上の異常部を検出する場合に同様に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】画像処理装置を含む画像処理システムの全体構成を示す概略模式図である。

【図2】画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図3】画像処理装置の演算部が行う演算処理手順を示すフローチャートである。

【図4】管空内画像の一例を示す図である。

【図5】隆起形状推定処理の詳細な処理手順を示すフローチャートである。

【図6】ラベリング画像の一例を示す図である。

【図7】図6に示したラベリング画像から推定した隆起頂上領域を示す図である。

【図8】初期隆起モデルの作成原理を説明する説明図である。

【図9】画素隆起モデルの修正原理を説明する説明図である。

【図10】画素隆起モデルの修正原理を説明する説明図である。

【図11-1】管空内画像の画素値分布の一例を示す図である。

【図11-2】図11-1に示した画素値分布のA部断面図である。

【図12】図7に示した隆起頂上領域をもとに設定した画素隆起モデルを示す図である。

【図13】隆起領域を除外して推定した隆起頂上領域を示す図である。

【図14】図13に示した隆起頂上領域をもとに設定した画素隆起モデルを示す図である

10

20

30

40

50

。

【図15】沈降形状推定処理の詳細な処理手順を示す図である。

【図16】分割沈降領域を示す図である。

【図17】初期沈降モデルの作成原理を説明する説明図である。

【図18】画素沈降モデルの修正原理を説明する説明図である。

【図19】画素沈降モデルの修正原理を説明する説明図である。

【図20-1】管空内画像の画素値分布の一例を示す図である。

【図20-2】図20-1に示した画素値分布のB部断面図である。

【図21】異常部候補領域の検出原理を説明する説明図である。

【図22】異常部候補領域の検出原理を説明する説明図である。

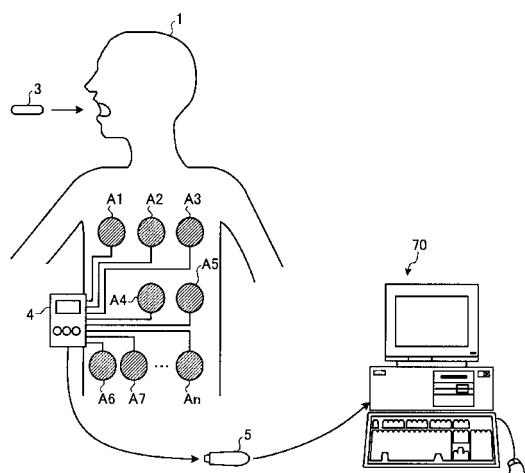
【図23】異常部候補領域の検出原理を説明する説明図である。

【符号の説明】

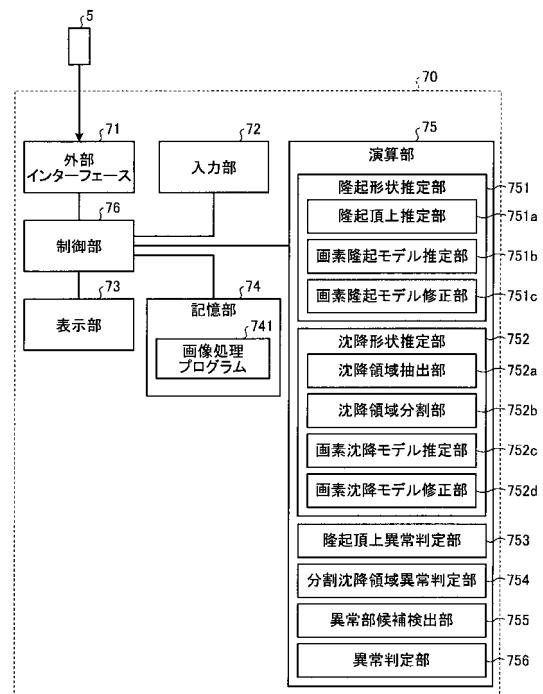
【0061】

3	カプセル型内視鏡	
4	受信装置	
A 1 ~ A n	受信アンテナ	
5	可搬型記録媒体	
7 0	画像処理装置	
7 1	外部インターフェース	
7 2	入力部	20
7 3	表示部	
7 4	記憶部	
7 4 1	画像処理プログラム	
7 5	演算部	
7 5 1	隆起形状推定部	
7 5 1 a	隆起頂上推定部	
7 5 1 b	画素隆起モデル推定部	
7 5 1 c	画素隆起モデル修正部	
7 5 2	沈降形状推定部	
7 5 2 a	沈降領域抽出部	30
7 5 2 b	沈降領域分割部	
7 5 2 c	画素沈降モデル推定部	
7 5 2 d	画素沈降モデル修正部	
7 5 3	隆起頂上異常判定部	
7 5 4	分割沈降領域異常判定部	
7 5 5	異常部候補検出部	
7 5 6	異常判定部	
7 6	制御部	
1	被検体	

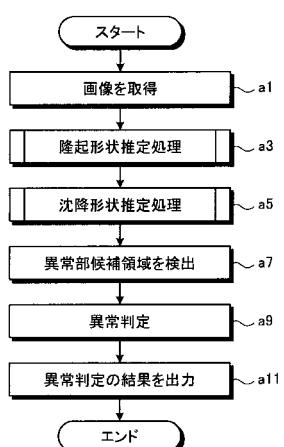
【図1】



【図2】



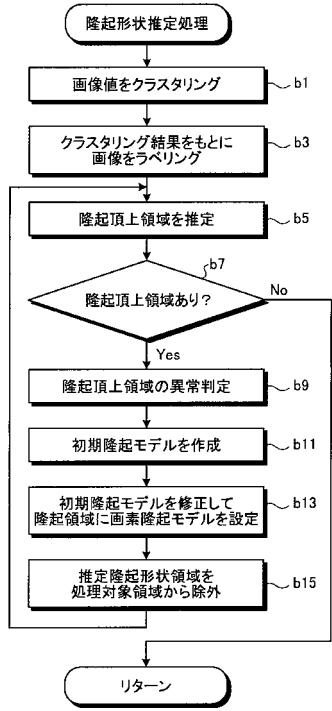
【図3】



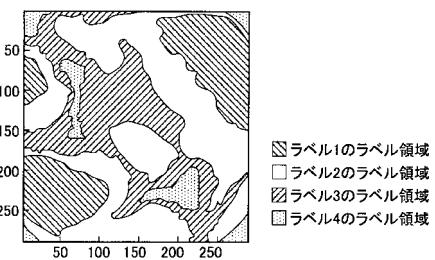
【図4】



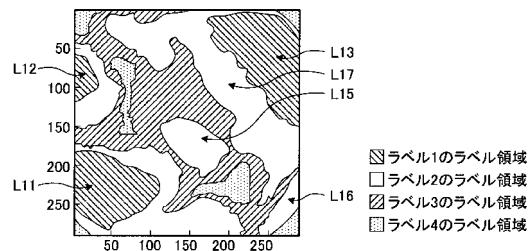
【図5】



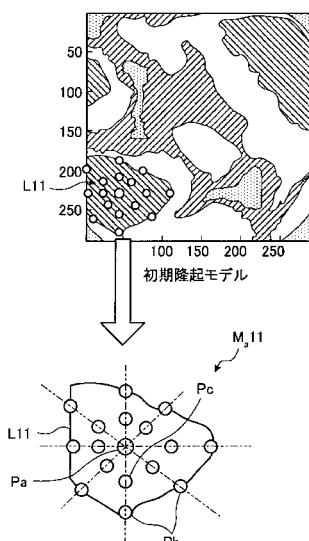
【図6】



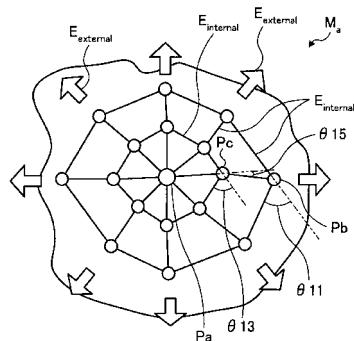
【図7】



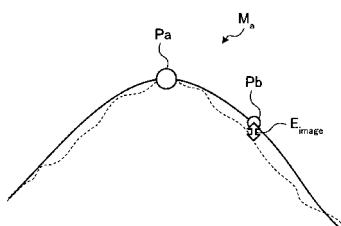
【図8】



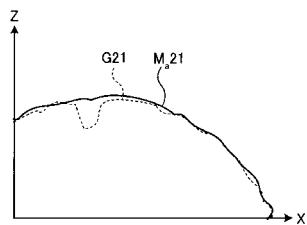
【図9】



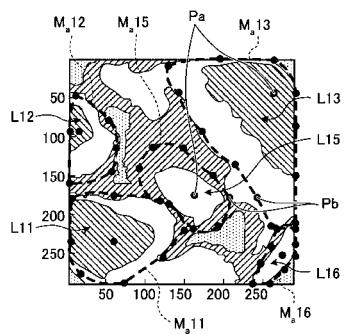
【図10】



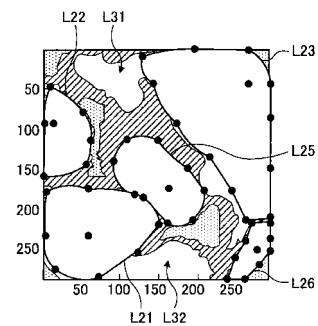
【図11-2】



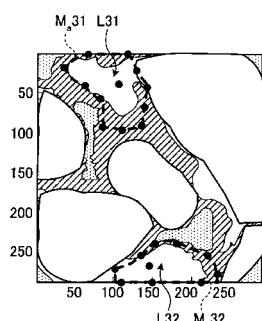
【図12】



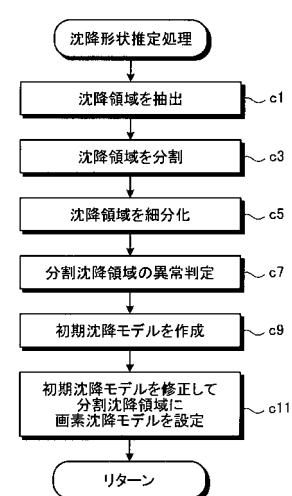
【図13】



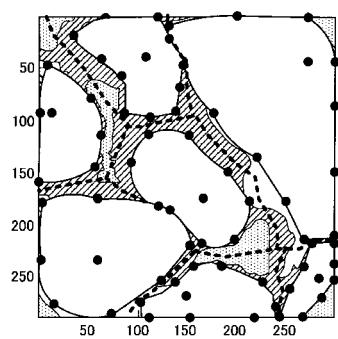
【図14】



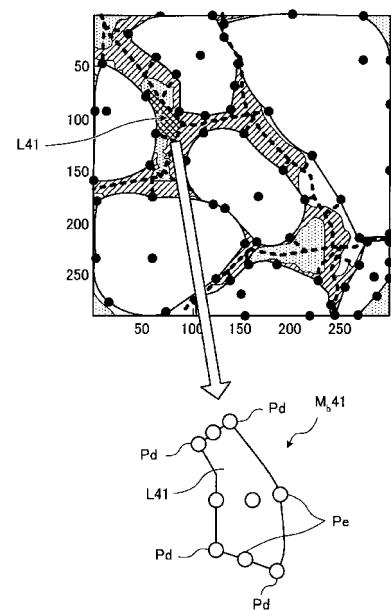
【図15】



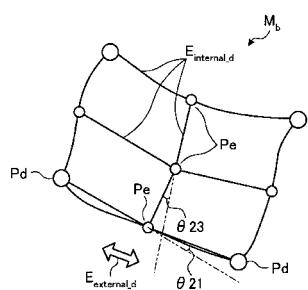
【図16】



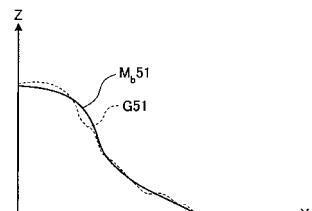
【図17】



【図18】

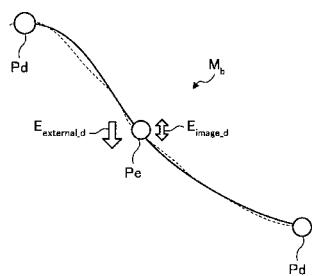


【図20-2】

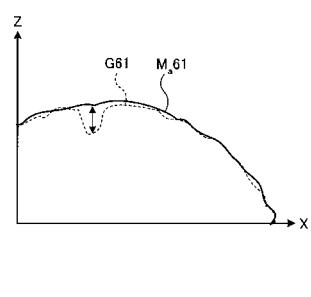


【図21】

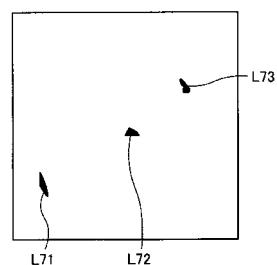
【図19】



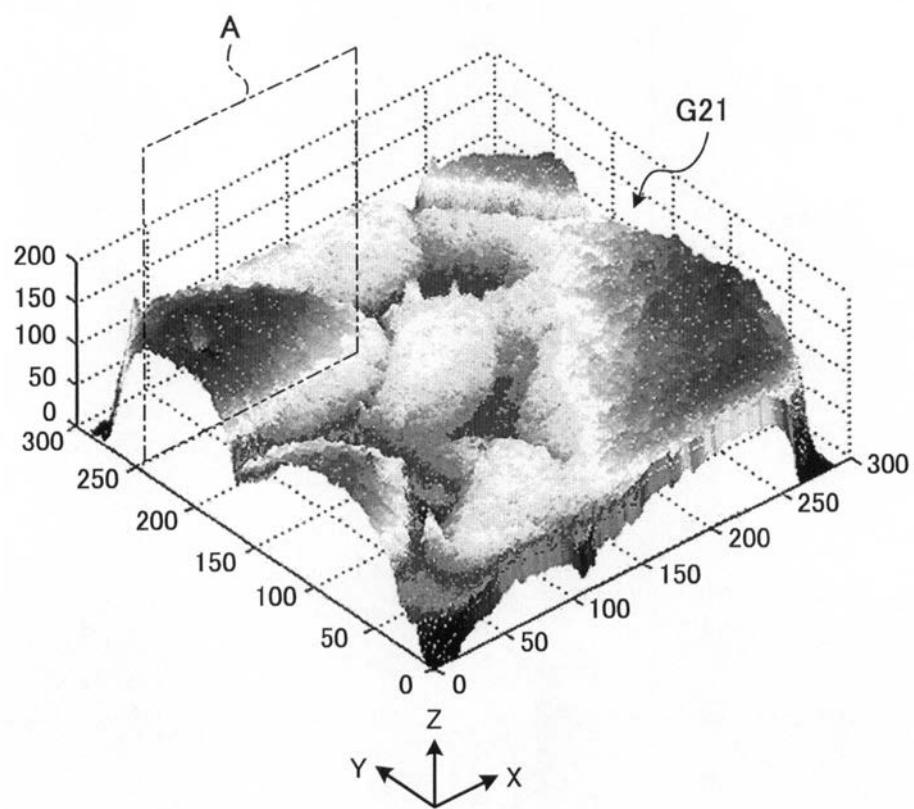
【図22】



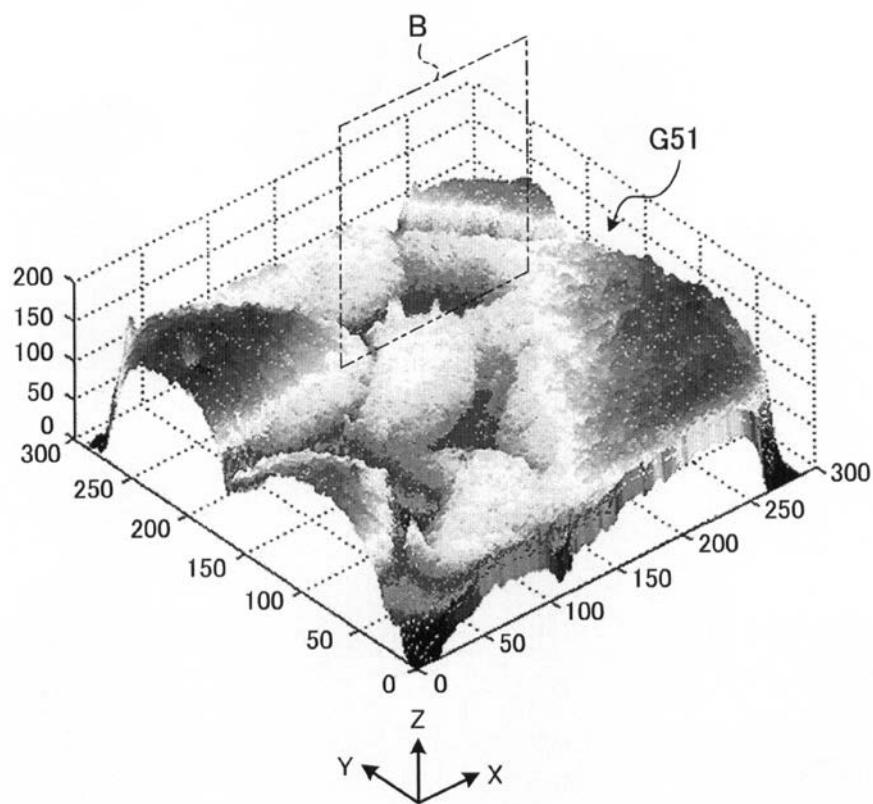
【図23】



【図11-1】



【図 20-1】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

A 61 B 1 / 0 0

G 06 T 1 / 0 0

G 06 T 7 / 0 0

J S T P l u s / J M E D P l u s / J S T 7 5 8 0 (J D r e a m I I I)