

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2009-163579
(P2009-163579A)

(43) 公開日 平成21年7月23日(2009.7.23)

(51) Int.Cl.	F 1			テーマコード (参考)		
G 0 6 T	7/20	(2006.01)	G 0 6 T	7/20	C	4 C 0 6 1
G 0 6 T	1/00	(2006.01)	G 0 6 T	1/00	2 9 0 Z	5 B 0 5 7
A 6 1 B	1/00	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	3 2 0 B	5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-1675 (P2008-1675)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成20年1月8日 (2008.1.8)		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	神田 大和
			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
		Fターム(参考)	4C061 CC06 DD10 JJ19 NN01 NN03
			NN05 NN07 SS14 SS21 UU06
			VV03 YY02 YY03 YY12
			5B057 AA07 BA02 CA08 CA12 CA16
			CC02 DA06 DB02 DB09 DC33
			DC36
			5L096 BA06 BA13 CA04 GA08 HA02
			JA22 MA07

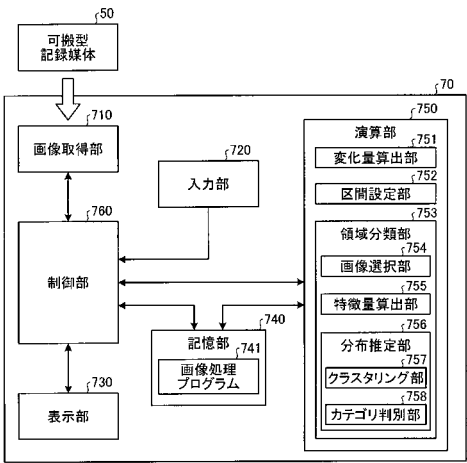
(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理プログラム

(57) 【要約】

【課題】時系列画像を構成する画像内を精度よく且つ効率よく分類すること。

【解決手段】変化量算出部751は、管空内を移動するカプセル内視鏡によって撮像されて可搬型記録媒体50に保存された時系列画像を構成する各管空内画像に対して時系列近傍となる他の画像との変化量を算出する。区間設定部752は、画像間の変化量をもとに所定の時系列区間を設定する。領域分類部753は、時系列区間毎の分類基準を用いて時系列区間に含まれる画像内を複数のカテゴリ領域に分類する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

時系列で撮像された複数の画像で構成される時系列画像を処理する画像処理装置であって、

前記時系列画像を構成する画像間の変化量をもとに所定の時系列区間を設定する区間設定手段と、

前記区間設定手段によって設定される時系列区間毎の分類基準を用いて前記時系列区間に含まれる画像内を複数のカテゴリ領域に分類する領域分類手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記時系列画像を構成する画像に対して時系列近傍となる他の画像との変化量を算出する変化量算出手段をさらに備え、

前記区間設定手段は、前記変化量算出手段で算出した変化量をもとに前記時系列区間を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記領域分類手段は、

前記時系列区間に含まれる画像の特徴量を算出する特徴量算出手段と、

前記特徴量算出手段によって算出された特徴量の分布である特徴量分布をもとに、前記時系列区間に含まれる画像内に存在する前記各カテゴリ領域の特徴量分布を推定する分布推定手段と、

を有し、前記分布推定手段によって推定された前記各カテゴリ領域の特徴量分布をもとに、前記時系列区間に含まれる画像内を前記各カテゴリ領域に分類する請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記領域分類手段は、前記時系列区間から画像を選択する画像選択手段を有し、

前記分布推定手段は、前記画像選択手段で選択した画像の特徴量分布をもとに、前記時系列区間の画像内に存在する前記各カテゴリ領域の特徴量分布を推定す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】

前記分布推定手段は、

前記特徴量算出手段によって算出された特徴量の分布である特徴量分布をクラスタリングするクラスタリング手段と、

前記クラスタリング手段によって得られた各クラスタのカテゴリを判別するカテゴリ判別手段と、

を有し、前記カテゴリ判別手段によってカテゴリが判別された前記各クラスタ内の特徴量データをもとに、前記各カテゴリ領域の特徴量分布を推定することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記区間設定手段は、前記画像間の変化量を時系列順に累積した累積値をもとに前記時系列区間を設定することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記区間設定手段は、一部が時系列的に重なり合うように前記時系列区間を設定し、

前記領域分類手段は、前記時系列区間それぞれについての分類結果を統合して、重なり合った区間に含まれる画像内を前記各カテゴリ領域に分類することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記画像選択手段は、前記画像間の変化量をもとに画像を選択することを特徴とする請求項 4 ～ 7 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記画像選択手段は、前記画像間の変化量を時系列順に累積した累積値をもとに画像を選択することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記カテゴリ判別手段は、前記時系列区間毎にカテゴリの判別基準を変更することを特徴とする請求項 5 ～ 9 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記変化量算出手段は、画像間で位置的に対応する画素または領域を比較することによって変化量を算出することを特徴とする請求項 2 ～ 10 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記変化量算出手段は、画素値の統計量を比較することによって変化量を算出することを特徴とする請求項 2 ～ 11 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 13】

前記特徴量算出手段は、前記時系列区間に含まれる画像を複数の領域に分割し、分割領域毎に特徴量を算出することを特徴とする請求項 3 ～ 12 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 14】

前記領域分類手段は、前記時系列区間に含まれる画像を複数の領域に分割し、分割領域毎にカテゴリ进行分类することを特徴とする請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 15】

前記時系列画像は、体内管空内の画像であることを特徴とする請求項 1 ～ 14 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 16】

前記カテゴリは、粘膜、内容物、泡、病変のいずれか一つを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 15 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 17】

時系列で撮像された複数の画像で構成される時系列画像を処理するコンピュータに、前記時系列画像を構成する画像間の変化量をもとに所定の時系列区間を設定する区間設定ステップと、

前記区間設定ステップによって設定される時系列区間毎の分類基準を用いて前記時系列区間に含まれる画像内を複数のカテゴリ領域に分類する領域分類ステップと、

を実行させることを特徴とする画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、時系列で撮像された複数の画像で構成される時系列画像を処理する画像処理装置および画像処理プログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、カプセル内視鏡に代表されるように、消化管等の体内の管空内を移動しながら管空内の画像を順次撮像する医用機器が開発されている。カプセル内視鏡は、口から飲み込まれた後、管空内を蠕動運動等により運ばれ、所定の撮像レートで順次画像を撮像して体外受信機に送信し、最終的に体外に排出される。撮像される時系列画像の枚数は、撮像レート（約 2 ～ 4 frame/sec）× カプセル内視鏡の体内滞在時間（約 8 hours = 8 × 60 × 60 sec）で概ね示され、数万枚以上になる。医師は、これら体外受信機に送信された大量の時系列画像を診断用のワークステーション等で確認し、病変部を特定するために多くの時間を費やしている。このため、医師による画像の確認作業を効率化する技術が強く望まれている。

【0003】

10

20

30

40

50

例えば、特許文献 1 には、カプセル内視鏡によって撮像された時系列画像内を粘膜、便、泡、不明等の領域に分割し、観察に不要な画像や病変部位が含まれる画像を判別する方法が示されている。具体的には、時系列画像を所定間隔でサンプリングした複数の画像をそれぞれ小区画に分割し、これら小区画を平均色比空間等の所定の特徴空間に写像した後、クラスタリングする。そして、得られたクラスを予め教師データをもとに作成した分類器を用いて粘膜、便、泡等のクラス（カテゴリ）に分類する。続いて、サンプリングした画像を所定の時系列間隔のサブセットに区切り、先のクラス分類結果をもとにサブセット内における各クラスの発生頻度や分布情報を計算する。そして、これらの情報をもとに、各サブセットが示す時系列区間の画像内を各クラス領域に分類し、病変部を検出している。

10

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 1 7 5 4 3 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 では、サブセットとなる所定幅の時系列区間内において、所定間隔でサンプリングした画像を用いながら粘膜、便、泡等の各クラスのクラス分布情報を求め、画像内を領域分類している。しかしながら、カプセル内視鏡は蠕動運動等により消化管等の管空内を通過していくため、その通過速度は一定ではなく、撮像される時系列画像も大きく変化する画像が続いたり類似する画像が続いたり様々である。このため、サブセット内の時系列区間において画像が大きく変化する場合には、カプセルが大きく移動して周囲の状況が変わることから各クラスのデータが大きく変動してしまう。この結果、クラス分布情報を正確に求めることが難しくなり、分類精度が低下して病変部を精度よく検出できないという問題がある。一方で、時系列区間において画像が全く変化しない場合には、同程度のクラス分布情報を得るための処理を繰り返し行うことになり、計算時間を浪費するという問題がある。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記に鑑み為されたものであって、時系列画像を構成する画像内を精度よく且つ効率よく分類することができる画像処理装置および画像処理プログラ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】

【 0 0 0 7 】

上記した課題を解決し、目的を達成するため、本発明にかかる画像処理装置は、時系列で撮像された複数の画像で構成される時系列画像を処理する画像処理装置であって、前記時系列画像を構成する画像間の変化量をもとに所定の時系列区間を設定する区間設定手段と、前記区間設定手段によって設定される時系列区間毎の分類基準を用いて前記時系列区間に含まれる画像内を複数のカテゴリ領域に分類する領域分類手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

また、本発明にかかる画像処理プログラムは、時系列で撮像された複数の画像で構成される時系列画像を処理するコンピュータに、前記時系列画像を構成する画像間の変化量をもとに所定の時系列区間を設定する区間設定ステップと、前記区間設定ステップによって設定される時系列区間毎の分類基準を用いて前記時系列区間に含まれる画像内を複数のカテゴリ領域に分類する領域分類ステップと、を実行させることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る画像表示装置によれば、時系列画像を構成する画像間の変化量をもとに時系列区間を設定することができる。そして、設定した時系列区間に含まれる画像内を時系列区間毎の分類基準を用いてカテゴリ領域に分類できるので、カテゴリ領域の分類精度を向上させることができる。したがって、時系列画像を構成する画像内を精度よく且つ効率

50

よく分類することができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図面を参照し、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、以下説明する実施の形態では、カプセル内視鏡が時系列に沿って撮像した体内管空内の時系列画像を処理する画像処理装置について説明するが、本発明の画像処理装置が処理可能な時系列画像は体内管空内を撮像して得た時系列画像に限定されるものではない。

【0011】

(実施の形態)

図1は、実施の形態の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1に示すように、画像処理システムは、被検体1内部の画像(以下、「管空内画像」と呼ぶ。)を撮像するカプセル内視鏡10、カプセル内視鏡10から無線送信される管空内画像を受信する受信装置30、受信装置30によって受信された管空内画像をもとに、カプセル内視鏡10によって撮像された管空内画像を処理して表示する画像処理装置70等で構成される。受信装置30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)50が使用される。

10

【0012】

カプセル内視鏡10は、撮像機能や無線機能等を具備するものであって、被検体1の口から飲み込まれて被検体1内部に導入され、体腔内を移動しながら逐次管空内画像を撮像する。そして、撮像した管空内画像を体外に無線送信する。

20

【0013】

受信装置30は、複数の受信用アンテナA1～Anを備え、各受信用アンテナA1～Anを介してカプセル内視鏡10から無線送信される管空内画像を受信する。受信装置30は、可搬型記録媒体50の着脱が自在に構成されており、受信した管空内画像の画像データを可搬型記録媒体50に逐次保存する。このようにして、カプセル内視鏡10が撮像した被検体1内部の管空内画像は、受信装置30によって時系列順に可搬型記録媒体50に蓄積され、時系列画像として保存される。

【0014】

受信用アンテナA1～Anは、例えばループアンテナで構成され、被検体1の体外表面に貼付される。具体的には、被検体1内におけるカプセル内視鏡10の通過経路に対応する位置に分散配置される。なお、受信用アンテナA1～Anは、被検体1に着用させるジャケットに分散配置されるものであってもよい。この場合には、受信用アンテナA1～Anは、被検体1がこのジャケットを着用することによって、被検体1内におけるカプセル内視鏡10の通過経路に対応する被検体1の体表上の所定位置に配置される。なお、受信用アンテナは、被検体1に対して1つ以上配置されればよく、その数は限定されない。

30

【0015】

画像処理装置70は、カプセル内視鏡10によって撮像された管空内画像を医師等が観察・診断するためのものであり、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。この画像処理装置70は、可搬型記録媒体50の着脱が自在に構成されており、可搬型記録媒体50に保存された時系列画像を構成する各管空内画像を処理し、LCDやELD等のディスプレイに時系列順に順次表示する。図2は、カプセル内視鏡10によって撮像され、画像処理装置70によって処理される管空内画像の一例を示す図である。管空内画像には、粘膜11や、体腔内を浮遊する内容物13、泡15等が映るとともに、時として病変等の重要箇所が映る。なお、カプセル内視鏡10によって撮像される管空内画像は、各画素位置においてR(赤)、G(緑)、B(青)の各色成分に対する画素レベル(画素値)を持つカラー画像である。

40

【0016】

図3は、画像処理装置70の機能構成を説明するブロック図である。本実施の形態では、画像処理装置70は、画像取得部710と、入力部720と、表示部730と、記憶部740と、演算部750と、装置各部を制御する制御部760とを備える。

50

【 0 0 1 7 】

画像取得部 7 1 0 は、カプセル内視鏡 1 0 によって撮像されて受信装置 3 0 によって可搬型記録媒体 5 0 に保存された時系列画像を構成する管空内画像を取得するものであり、例えば、可搬型記録媒体 5 0 を着脱自在に装着し、装着した可搬型記録媒体 5 0 に蓄積された管空内画像の画像データを読み出して取得する。この画像取得部 7 1 0 は、例えば、可搬型記録媒体 5 0 の種類に応じた読み書き装置によって実現される。なお、カプセル内視鏡 1 0 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 0 を用いた構成に限定されるものではなく、例えば、画像取得部 7 1 0 の代わりにハードディスクを備える構成とし、ハードディスク内にカプセル内視鏡 1 0 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。あるいは、可搬型記録媒体 5 0 の代わりに別途サーバーを設置し、このサーバー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、画像取得部を、サーバーと接続するための通信装置等で構成し、この画像取得部を介してサーバーに接続して、サーバーから時系列の管空内画像を取得する。

10

【 0 0 1 8 】

入力部 7 2 0 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、操作入力に応じた操作信号を制御部 7 6 0 に出力する。表示部 7 3 0 は、LCD や ELD 等の表示装置によって実現されるものであり、制御部 7 6 0 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。

【 0 0 1 9 】

記憶部 7 4 0 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 等の情報記録媒体およびその読取装置等によって実現されるものであり、画像処理装置 7 0 の動作に係るプログラムや、画像処理装置 7 0 の備える種々の機能を実現するためのプログラム、これらプログラムの実行に係るデータ等が格納される。また、時系列画像を構成する各管空内画像をカテゴリ領域に分類するための画像処理プログラム 7 4 1 が格納される。

20

【 0 0 2 0 】

演算部 7 5 0 は、CPU 等のハードウェアによって実現され、画像取得部 7 1 0 によって取得される時系列の管空内画像を順次処理し、各管空内画像をカテゴリ領域に分類するための種々の演算処理を行う。この演算部 7 5 0 は、管空内を移動するカプセル内視鏡 1 0 によって撮像された時系列の管空内画像に対して時系列近傍となる他の画像との変化量を算出する変化量算出手段としての変化量算出部 7 5 1 と、画像間の変化量をもとに所定の時系列区間を設定する区間設定手段としての区間設定部 7 5 2 と、時系列区間毎の分類基準を用いて時系列区間に含まれる画像内を「粘膜」「内容物」「泡」「病変」等の複数のカテゴリ領域に分類する領域分類手段としての領域分類部 7 5 3 とを含む。また、領域分類部 7 5 3 は、時系列区間から画像を選択する画像選択手段としての画像選択部 7 5 4 と、時系列区間の各画像より特徴量を算出する特徴量算出手段としての特徴量算出部 7 5 5 と、時系列区間に含まれる画像内に存在する各カテゴリ領域の特徴量分布を推定する分布推定手段としての分布推定部 7 5 6 を備え、分布推定部 7 5 6 は、画像選択部 7 5 4 で選択された画像である選択画像の特徴量分布をクラスタリングするクラスタリング手段としてのクラスタリング部 7 5 7 と、各クラスタの情報をもとに各クラスタのカテゴリを判別するカテゴリ判別手段としてのカテゴリ判別部 7 5 8 とを備える。

30

40

【 0 0 2 1 】

制御部 7 6 0 は、CPU 等のハードウェアによって実現される。この制御部 7 6 0 は、画像取得部 7 1 0 から入力される画像データや入力部 7 2 0 から入力される操作信号、記憶部 7 4 0 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 7 0 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 7 0 全体の動作を統括的に制御する。

【 0 0 2 2 】

図 4 は、画像処理装置 7 0 が行う処理手順を示す全体フローチャートである。ここで説明する処理は、演算部 7 5 0 が記憶部 7 4 0 に格納された画像処理プログラム 7 4 1 を実

50

行することにより実現される。なお、図 4 では、時系列順序 0 から T までの時系列画像 I (0) から I (T) を処理する際の流れを示している。

【 0 0 2 3 】

図 4 に示すように、演算部 7 5 0 は、まず、処理対象の管空内画像の時系列順序を示す符号 i を 0 に設定するとともに、時系列区間の開始画像の時系列順序を示す符号 s を 0 に設定する (ステップ S 1 0) 。続いて、演算部 7 5 0 は、時系列順序 i の管空内画像である画像 I (i) を取得する (ステップ S 1 1) 。そして、画像 I (i) に対して時系列的に連続する時刻順序 i + 1 の管空内画像である画像 I (i + 1) を取得する (ステップ S 1 3) 。

【 0 0 2 4 】

次に、変化量算出部 7 5 1 が、画像 I (i) と画像 I (i + 1) の変化量を算出する (ステップ S 1 5) 。変化量の算出方法には様々な方法があるが、例として画像間で位置的に対応する領域を比較する方法の手順を以下に示す。まず、画像 I (i) 、 I (i + 1) の G 成分からなる画像を取得する。ここで G 成分を用いるのは、血液中のヘモグロビンの吸収波長帯域に近く、また感度や解像度が高いことから、管空内画像の明暗情報をよく表すためである。もちろん他の画素値、あるいは既に公知の変換によって 2 次的に算出される明暗情報を示す値、輝度 (Y C b C r 変換) 、明度 (H S I 変換) 等を用いてもよい。次に、各々の G 成分画像内を所定サイズの小区画に分割する。例えば、画像内を m 行 n 列に分割する。続いて、分割した小区画毎に平均 G 成分値を求める。そして、次式 (1) に従って、位置的に対応する小区画の平均 G 成分値の差の絶対値を求め、画像内全区画の和を変化量 v (i + 1) とする。

【 数 1 】

$$v(i+1) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |G_{(m,n)}^i - G_{(m,n)}^{i+1}| \quad \cdots (1)$$

ここで、 $G_{(m,n)}^i$ は画像 I (i) の G 成分画像内の m 行 n 列の

小区画の G 成分平均値であり、 $G_{(m,n)}^{i+1}$ は画像 I (i + 1) の G 成分画像内の m 行 n 列の小区画の G 成分平均値である。

【 0 0 2 5 】

この変化量は、カプセル内視鏡 1 0 の動きを反映したものであり、値が大きくなるほど周囲環境が異なると考えられる。なお、上記の手法では、変化量として差の絶対値和を示したが、差の二乗和を用いてもよい。また小区画に分割せず位置的に対応する画素の画素値を比較して求めてもよい。また、J P E G 等のように撮像データを区画単位で離散コサイン変換 (Discrete Cosine Transform : D C T) し、圧縮符号化された画像データを用いる場合には、圧縮伸張時に単位区画毎に求められる D C T 係数や、D C T 係数から 2 次的に計算される値を比較して求めてもよい。また、画像内の画素値の統計量を比較して求めてもよい。例えば、R , G , B 成分の画像内平均値や画像内標準偏差値、ヒストグラム、または R , G , B 成分値より 2 次的に計算される色比、色差、色相、彩度等の平均値やヒストグラムを比較して求めてもよい。あるいは、M P E G 等の動画画像圧縮データを用いる場合であれば、画像間の変化量を圧縮符号化時に算出して記録しているため、画像間の変化量算出を行わずに、これらの値を利用してもよい。この場合には、変化量算出部 7 5 1 は必要ない。

【 0 0 2 6 】

次に、区間設定部 7 5 2 が、区間開始画像 I (s) からの変化量を時系列順に累積した累積値である累積変化量 s v を、次式 (2) に従って算出する (ステップ S 1 7) 。そして、区間設定部 7 5 2 は、算出された累積変化量 s v が予め設定される所定の閾値を超えたか否か、または処理した画像 I (i + 1) が時系列最後の画像 I (T) であるか否かを

判定する（ステップ S 1 9）。

【数 2】

$$sv = \sum_{k=s}^{i+1} v(k) \quad \dots (2)$$

【0027】

ステップ S 1 9 の判定が No である場合には、演算部 7 5 0 が、時系列順序を示す符号 i をインクリメントして $i = i + 1$ とし（ステップ S 2 1）、ステップ S 1 3 に戻る。一方、判定が Yes である場合には、区間設定部 7 5 2 は、区間終了画像 $I(e) = I(i + 1)$ とし、時系列区間 $s \sim e$ を設定する（ステップ S 2 3）。 10

【0028】

図 5 は、時系列区間設定の様子を示す模式図である。図 5 では、横軸を時系列順序、縦軸を累積変化量 sv として示した累積変化量 sv の推移とともに、時系列順序 $i = 0$ の管空内画像が区間開始画像 $I(s)$ として設定された時系列区間 $L - 1$ と、処理が進み別の時系列順序 i の管空内画像が区間開始画像 $I(s)$ として設定された時系列区間 $L - 2$ とを示している。図 5 に示すように、累積変化量 sv が閾値を超えたか否かによって時系列区間が設定されるため、画像間の変化量が少ないと時系列区間 $L - 1$ のように長めの時系列区間が設定され、変化量が多い場合には時系列区間 $L - 2$ のように短めの時系列区間が設定される。なお、図示していないが、時系列区間 $L - 1$ の区間終了画像 $I(e)$ と時系列区間 $L - 2$ の区間開始画像 $I(s)$ との間においても、所定の閾値に従って時系列区間が設定される。 20

【0029】

そして、図 4 のステップ S 2 3 において時系列区間 $s \sim e$ を設定した後、続いて、領域分類部 7 5 3 が領域仮分類処理を行い、時系列区間 $s \sim e$ の各画像 $I(j)$ ($s \leq j \leq e$) 内を、カテゴリ領域に仮分類する（ステップ S 2 5）。図 6 は、領域仮分類処理の詳細な手順を示すフローチャートである。

【0030】

領域仮分類処理では、まず、特徴量算出部 7 5 5 が、時系列区間 $s \sim e$ 内の各画像を小区画に分割し、区画毎に特徴量を算出する（ステップ S 2 5 1）。例えば、画像内を m 行 n 列に分割し、区画毎に R, G, B 成分の平均値や標準偏差値、ヒストグラム、または R, G, B 成分値より 2 次的に計算される色比、色差、色相、彩度等の平均値やヒストグラムを求める。画素単体でなく、画素の集合である区画として纏めることによって、周囲画素との関係を含む特徴を得ることが可能となる。また、J P E G 等のように撮像データを区画単位で離散コサイン変換 (D C T) し、圧縮符号化された画像データを用いる場合には、圧縮伸張時に単位区画毎に求められる D C T 係数や、D C T 係数から 2 次的に計算される値を特徴量として求めてもよい。 30

【0031】

次に、画像選択部 7 5 4 が、時系列区間 $s \sim e$ 内の変化量推移をもとに画像を選択する（ステップ S 2 5 3）。選択方法としては、まず、時系列区間 $s \sim e$ における累積変化量を所定数に分割する。そして、各分割位置に相当する累積変化量に最も近い画像と、区間開始画像および区間終了画像とを選択する方法が挙げられる。図 7 は、画像選択の様子を示す模式図であり、横軸を時系列順序、縦軸を累積変化量 sv として示した累積変化量 sv の推移とともに、時系列順序 $i = 0$ の管空内画像が区間開始画像 $I(s)$ として設定された時系列区間 $s \sim e$ を示している。図 7 では、時系列区間 $s \sim e$ における累積変化量を 4 分割しており、分割位置に最も近い画像と、区間開始画像および区間終了画像として、時系列順序 $a 1 \sim a 5$ の各画像が選択される様子を示している。このように、画像間の変化量が同程度となるように時系列区間 $s \sim e$ 内から画像を選択することによって、以後の各カテゴリの分布推定におけるデータの偏りを軽減することができる。なお、累積変化量を用いずに変化量の値が所定の閾値以上の画像を選択する方法で画像を選択してもよい。 40 50

【 0 0 3 2 】

画像選択部 7 5 4 が時系列区間 $s \sim e$ 内の画像を選択（以下、選択された画像を適宜「選択画像」と呼ぶ。）した後、図 6 に示すように、クラスタリング部 7 5 7 が、選択画像の特徴量データを特徴空間においてクラスタリングする（ステップ S 2 5 5）。クラスタリングは、特徴空間内のデータ分布を塊分けする手法であり、例えば階層法、 k -means 法、自己組織化マップ等の既に公知の様々な手法や、背景技術で示した特許文献 1 に開示される手法を用いることができる。ここで、クラスタリングを行う効果に関して、図 8 を参照して説明する。図 8 は、クラスタリングを利用した分類の効果を示す模式図である。管空内画像では、粘膜や病変等は主に色調が異なる。このため、図 8 に示すような色情報を出す特徴空間においては、これらの領域はそれぞれ互いに異なる分布の塊（クラスタ）を形成する。ただし、被験者や臓器、管空内の区間の差等によってその分布は変動する。図 8 では、図 5 に示した時系列区間 $L - 1$ 内の画像に対して行った「粘膜」と「病変」の分布の一例を実線で示し、時系列区間 $L - 2$ 内の画像に対して行った粘膜と病変の分布の一例を破線で示している。ここで、例えば図 8 中に一点鎖線で示される分類基準 Th_all によって「粘膜」および「病変」双方の分布を分類しようとした場合、時系列区間 $L - 1$ および $L - 2$ の両方に誤分類が生じてしまう。本実施の形態では、この問題を解決するため、まず、選択画像の特徴量データを一旦クラスタリングして塊分けして各クラスタを得る。そして、各クラスタの中心を判別基準 Th_all に従って判別した上で、各クラスタの境界を分類基準に設定することによって、各時系列区間 $L - 1$ および $L - 2$ の両方について良好な分類を可能にしている。すなわち、例えば図 8 に実線で示す時系列区間 $L - 1$ 内の画像をクラスタリングして得たクラスタ 2 1, 2 3 に着目して説明すると、まず、各クラスタ 2 1, 2 3 の中心 2 1 1, 2 3 1 を判別基準 Th_all に従って判別する。これによって、中心 2 3 1 が粘膜に判別され、中心 2 1 1 が病変に判別される。そして、このクラスタ 2 1, 2 3 の境界 $Th_L - 1$ を時系列区間 $L - 1$ における分類基準とする。同様にして、図 8 中に破線で示す時系列区間 $L - 2$ 内の画像をクラスタリングして得たクラスタ 3 1, 3 3 については、判別基準 Th_all によって中心 3 3 1 が粘膜に判別され、中心 3 1 1 が病変に判別される。そして、このクラスタ 3 1, 3 3 の境界 $Th_L - 2$ を時系列区間 $L - 2$ における分類基準とする。

【 0 0 3 3 】

選択画像の特徴量データをクラスタリングした後、図 6 に示すように、カテゴリ判別部 7 5 8 が、クラスタの判別基準を、既にカテゴリ判別した特徴量データをもとに設定する（ステップ S 2 5 7）。時系列における特徴量分布の移り変りに合せて、判別基準を更新することで、精度の高い判別を行う。図 9 は、カテゴリの判別基準の更新を示す模式図である。最初の時系列区間（ $L - 1$ ）を処理する際の破線で示す判別基準 Th_1 は、破線 4 1, 4 3 で示す事前にカテゴリ判別しておいた教師データをもとに予め決定して記憶部 7 4 0 に保存しておく。その後、後述の各処理ステップを経て時系列区間が変更されることとなるが、変更後の時系列区間では、適用する判別基準を変更する。具体的には、判別基準 Th_1 が適用された実線で示す前回の時系列区間である最初の時系列区間の特徴量分布を良好に分類できる判別基準 Th_2 へと変更する。なお、基準 Th_1 と Th_2 の間となる図 9 中に一点鎖線で示す Th_2' へと判別基準を変更してもよい。図 9 では、判別基準を、2 つのカテゴリを判別する超平面（特徴空間の次元数 - 1 の線形式で示される平面のことであり、図 9 のように 2 次元特徴空間では直線となる）を示しているが、判別面は超平面でなくともよい。例えば教師データの各カテゴリ分布に含まれる特徴量データの特徴ベクトル $F_n = (f_{n_1}, f_{n_2}, \dots, f_{n_k})^t$ を算出する。ここで、 f_{n_i} は n 番目のデータの i 番目の特徴量値であり、 k は特徴量の次元数である。そして、求めた特徴ベクトル F_n をもとに、次式（3）に従って平均ベクトル μ 、分散共分散行列 Z を求める。

【数 3】

$$\mu = \frac{1}{ND} \sum_{n=1}^{ND} F_n, Z = \frac{1}{ND} \sum_{n=1}^{ND} (F_n - \mu)(F_n - \mu)^t \quad \dots (3)$$

【0034】

続いて、求めた平均ベクトル μ 、分散共分散行列 Z の値から推定できる多次元正規分布に対する確率密度関数 P を、次式 (4) に従ってカテゴリ毎に設定することで、カテゴリの分布を考慮した判別基準を設定することができる。

【数 4】

10

$$P(x) = \frac{1}{(2\pi)^{K/2} \times |Z|^{1/2}} \exp \left\{ (x - \mu)^t \times -\frac{1}{2} Z^{-1} \times (x - \mu) \right\} \quad \dots (4)$$

ただし、 $|Z|$ は Z の行列式、 Z^{-1} は Z の逆行列、 x は判別対象の特徴ベクトルである。

このとき、得られた係数 $\frac{1}{(2\pi)^{K/2} \times |Z|^{1/2}}$ 、 μ 、 $-\frac{1}{2} Z^{-1}$ の各値と

各カテゴリの発生確率とを記憶部 740 に保存しておく。

20

【0035】

そして、時系列区間を変更したならば、前回の時系列区間においてカテゴリ判別したデータの特徴量を加えて、式 (3) および式 (4) に従った計算を行うことで判別基準を更新する。各カテゴリの発生確率は、各カテゴリの領域数 / 全領域数によって、カテゴリ毎に求めることができる。

【0036】

判別基準を設定した後、図 6 に示すように、カテゴリ判別部 758 は、各クラスタのカテゴリを判別する (ステップ S259)。具体的には、カテゴリ判別部 758 は、クラスタリングによって得られた各クラスタの平均ベクトルを求める。続いて、カテゴリ判別部 758 は、求めた平均ベクトルの値を式 (4) に示す判別対象の特徴ベクトル x として確率 $P(x)$ を算出する。そして、カテゴリ判別部 758 は、各カテゴリの発生確率を乗算した各カテゴリへの帰属確率を求め、最も大きな確率となるカテゴリを各クラスタのカテゴリであるとして判別する。

30

【0037】

続いて、分布推定部 756 が、カテゴリ判別後のクラスタ内の特徴量データをもとに各カテゴリの分布を推定し、分布推定情報を求める (ステップ S261)。これは、図 8 における Th_L1 や Th_L2 を設定する部分に相当する処理であり、各クラスタ内のデータをもとに式 (3) および式 (4) に従った計算を行うことで実現できる。各カテゴリの発生確率は、各カテゴリの領域数 / 全領域数によって、カテゴリ毎に求めることができる。

40

【0038】

続いて、領域分類部 753 が、領域仮分類処理のステップ S251 で各画像の小区画毎に求めた特徴量と、ステップ S261 で求めた各カテゴリの分布推定情報をもとに、対象となる小区画を仮分類する (ステップ S263)。具体的には、領域分類部 753 は、小区画毎に求めた特徴量ベクトルを式 (4) に示す判別対象の特徴ベクトル x として確率 $P(x)$ を算出し、これに各カテゴリの発生確率を乗算した各カテゴリへの帰属確率を求め、最も大きな確率となるカテゴリに仮分類する。なお、この際に帰属確率も記憶しておく。そして、図 4 のステップ S25 にリターンし、その後ステップ S27 に移行する。

【0039】

50

時系列区間 $s \sim e$ の各画像 $I(j) (s \leq j \leq e)$ 内をカテゴリ領域に仮分類する領域仮分類処理を終えると、区間設定部 752 が、時系列区間の終了画像 $I(e)$ が、時系列画像最終の画像 $I(T)$ であるか判定する（ステップ S27）。判定が No である場合には時系列区間の開始画像順序 s を s' として記憶し、その後、所定の時系列幅 ds だけ時系列後方に変更した新たな開始画像順序 $s = s + ds$ を設定する（ステップ S29）。ここで、時系列区間内の画像をもとに特徴量分布を推定し、この推定結果をもとにカテゴリ分類を行う場合、時系列区間の端となる区間開始画像や区間終了画像に関しては、時系列的に連続する画像との分類基準が急に変化することになる。そこで、例えば次式（5）に従って時系列幅を算出することによって時系列区間が必ず重なり合うように新たな区間開始画像を設定する。そして、重なり合った複数の時系列区間については、その時系列区間毎の分類基準で仮分類した結果を最終的に統合し、分類結果を求めるようにする。

$$ds = 0.5 * (e - s + 1) \cdots (5)$$

なお、処理速度等の観点から、全く区間に重なりが生じないように $ds = e - s + 1$ としてもよい。

【0040】

次に、領域分類部 753 は、画像 $I(s') \sim I(s-1)$ の各画像内をカテゴリ領域に分類する（ステップ S31）。先に述べたように、分類基準の不連続性を解決するため、時系列区間を重ねた場合、 $I(s') \sim I(s-1)$ の画像に対しては、重複する各時系列区間についての仮分類結果が得られている状態にある。そこでこれらの画像に対しては、仮分類結果をもとに最終的な分類結果を求める。区間の重なり幅が大きく、一つの小区画を多数の時系列区間で処理し、多数の仮分類結果が得られている場合には、最も回数の多いカテゴリに分類すればよい。また仮分類結果が 2 個等の場合には、分類の確信度に相当する値、例えばカテゴリ分布への帰属確率などが大きな方のカテゴリを最終的なカテゴリにする方法でもよい。そして、演算部 750 が、処理対象となる管空内画像の時系列順序を示す符号 $i = i + 1$ とした後（ステップ S33）、処理ステップ S13 に戻って上記の処理を繰り返し実行する。

【0041】

一方、処理ステップ S27 での判定が Yes である場合、すなわち時系列区間 $s \sim e$ の区間終了画像が時系列画像の最後の画像である場合には、領域分類部 753 は、画像 $I(s) \sim I(T)$ の各画像内をカテゴリ領域に分類する（ステップ S35）。これは、処理対象の画像が異なる以外は、ステップ S31 と同様の処理である。そして、演算部 750 は、時系列画像を構成する各画像に対するカテゴリ分類結果を出力して（ステップ S37）、画像処理装置 70 での処理を終了する。例えば、演算部 750 は、制御部 760 を介してカテゴリ分類結果を表示部 730 に表示出力させる。

【0042】

以上説明したように、本実施の形態によれば、時系列区間に含まれる画像間の変化量の累積値が所定値となるように時系列区間を設定することができる。そして、設定した時系列区間毎の分類基準を用いて、この時系列区間に含まれる画像内をカテゴリ分類することができる。これによれば、各時系列区間に含まれる画像内を、適正な分類基準を用いて各カテゴリ領域に分類することができ、分類精度を向上させることができる。したがって、時系列画像を構成する各画像を効率よく処理できるとともに、各画像から病変部を精度よく検出することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【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】管空内画像の一例を示す図である。

【図 3】画像処理装置の機能構成を説明するブロック図である。

【図 4】画像処理装置が行う処理手順を示す全体フローチャートである。

【図 5】時系列区間設定の様子を示す模式図である。

【図 6】領域仮分類処理の詳細な手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 7】画像選択の様子を示す模式図である。

【図 8】クラスタリングを利用した分類の効果を示す模式図である。

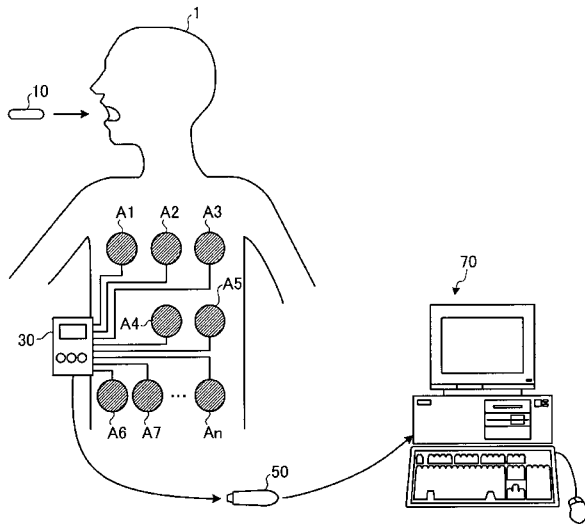
【図 9】カテゴリの分類基準の更新を示す模式図である。

【符号の説明】

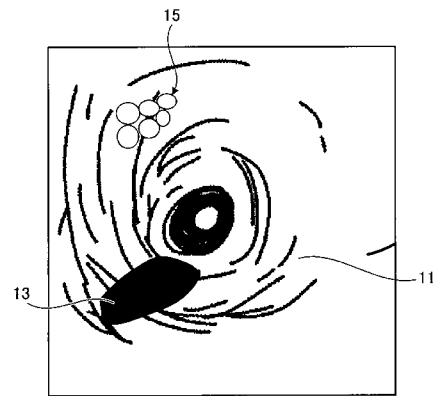
【 0 0 4 4 】

1 0	カプセル内視鏡	
3 0	受信装置	
A 1 ~ A n	受信用アンテナ	
5 0	可搬型記録媒体	
7 0	画像処理装置	10
7 1 0	画像取得部	
7 2 0	入力部	
7 3 0	表示部	
7 4 0	記憶部	
7 4 1	画像処理プログラム	
7 5 0	演算部	
7 5 1	変化量算出部	
7 5 2	区間設定部	
7 5 3	領域分類部	
7 5 4	画像選択部	20
7 5 5	特徴量算出部	
7 5 6	分布推定部	
7 5 7	クラスタリング部	
7 5 8	カテゴリ判別部	
7 6 0	制御部	
1	被検体	

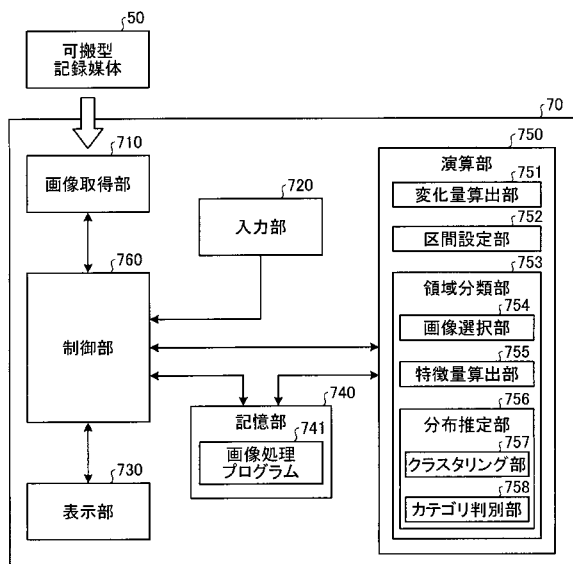
【図 1】



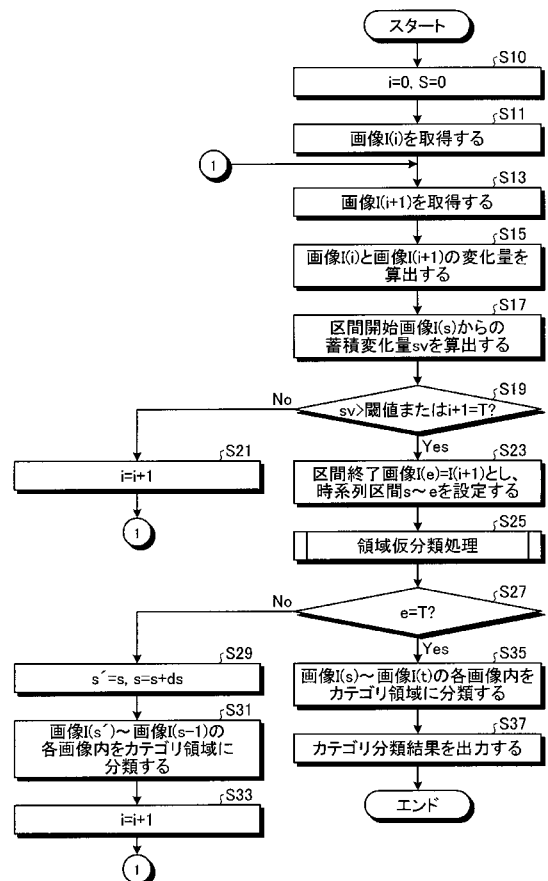
【図 2】



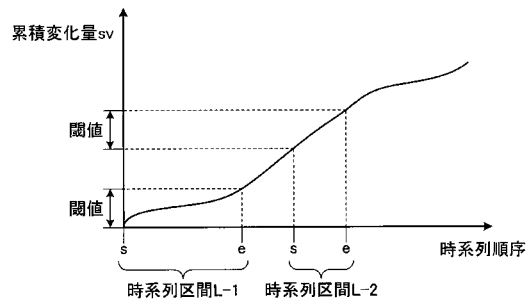
【図 3】



【図 4】



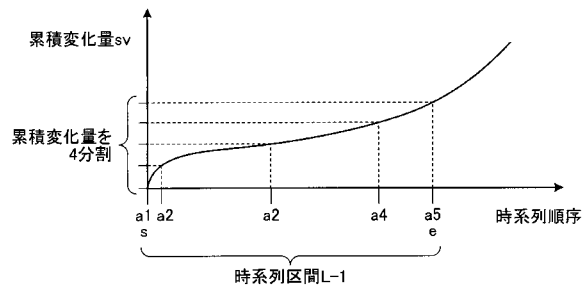
【図 5】



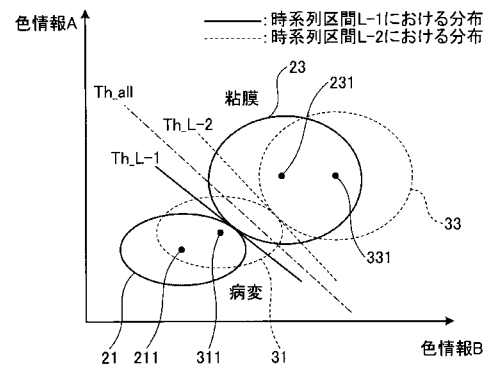
【図 6】



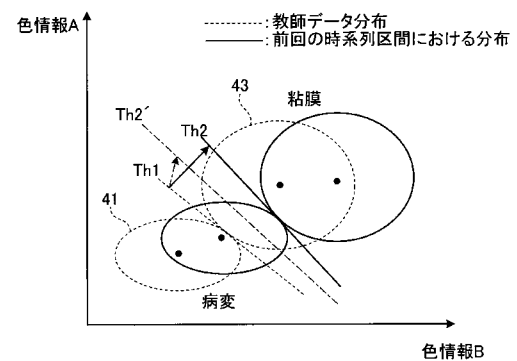
【図 7】



【図 8】



【図 9】



专利名称(译)	图像处理设备和图像处理程序		
公开(公告)号	JP2009163579A	公开(公告)日	2009-07-23
申请号	JP2008001675	申请日	2008-01-08
[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		
[标]发明人	神田大和		
发明人	神田 大和		
IPC分类号	G06T7/20 G06T1/00 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/041 A61B1/00009 G06K9/3233 G06K2209/05 G06T7/0016 G06T7/254 G06T2207/10016 G06T2207/10068 G06T2207/30028 G06T2207/30092		
FI分类号	G06T7/20.C G06T1/00.290.Z A61B1/00.320.B A61B1/00.C A61B1/00.610 A61B1/045.610 A61B1/045.614 A61B1/045.615 A61B1/045.618 A61B1/045.619 G06T7/00.612 G06T7/20 G06T7/246		
F-TERM分类号	4C061/CC06 4C061/DD10 4C061/JJ19 4C061/NN01 4C061/NN03 4C061/NN05 4C061/NN07 4C061/SS14 4C061/SS21 4C061/UU06 4C061/VV03 4C061/YY02 4C061/YY03 4C061/YY12 5B057/AA07 5B057/BA02 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CC02 5B057/DA06 5B057/DB02 5B057/DB09 5B057/DC33 5B057/DC36 5L096/BA06 5L096/BA13 5L096/CA04 5L096/GA08 5L096/HA02 5L096/JA22 5L096/MA07 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/DD10 4C161/JJ19 4C161/NN01 4C161/NN03 4C161/NN05 4C161/NN07 4C161/SS14 4C161/SS21 4C161/TT15 4C161/UU06 4C161/VV03 4C161/YY02 4C161/YY03 4C161/YY07 4C161/YY12		
代理人(译)	酒井宏明		
其他公开文献	JP5312807B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：精确有效地对构成时间序列图像的图像进行分类。变化量计算单元751计算构成由在管腔中移动并以时间序列存储在便携式记录介质50中的胶囊内窥镜捕获的时间序列图像的每个管腔内图像的变化量。并计算相对于作为邻域的另一图像的变化量。区间设置单元752基于图像之间的改变量来设置预定时间序列区间。区域分类单元753使用每个时间序列区间的分类标准将包括在时间序列区间中的图像分类为多个类别区域。点域

