

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5959168号  
(P5959168)

(45) 発行日 平成28年8月2日 (2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日 (2016.7.1)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 1/04 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

G 0 6 T 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/04 3 7 O

A 6 1 B 1/00 3 2 O B

G 0 6 T 1/00 2 9 O Z

請求項の数 21 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2011-190072 (P2011-190072)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成23年8月31日 (2011.8.31)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2013-51987 (P2013-51987A)		東京都八王子市石川町2951番地
(43) 公開日	平成25年3月21日 (2013.3.21)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成26年8月25日 (2014.8.25)		弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	河野 隆志
			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
		(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
		(72) 発明者	北村 誠
			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

最終頁に続く

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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像内から検査対象外の領域を非対象領域として検出する非対象領域検出手段と、  
前記画像内の注目画素位置を含む所定の範囲に注目画素領域を設定する注目画素領域設定手段と、

前記注目画素位置に関する基準面の作成に用いる情報の取得範囲である周辺領域を、前記非対象領域と前記注目画素位置とに基づいて決定する周辺領域決定手段と、

前記周辺領域内の前記情報に基づいて基準面を作成する基準面作成手段と、

各画素位置における前記基準面と前記画像との間で対応する量の差分に基づいて周囲の値から外れる画素値を有する外れ画素を検出する外れ画素検出手段と、  
を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記周辺領域決定手段は、前記非対象領域の分類に応じて前記周辺領域を決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】

前記周辺領域決定手段は、

前記非対象領域を分類する分類手段と、

前記非対象領域の分類に応じて設定された方法で前記周辺領域を決定する分類別周辺領域決定手段と、

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】

前記分類手段は、前記非対象領域の周囲の領域と前記非対象領域との連続性を判定する連続性判定手段を含む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】

前記連続性判定手段は、前記非対象領域の周囲の領域における前記情報を近似する近似面を作成し、該近似面と前記画像とにおいて対応する量を比較することにより前記連続性を判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】

前記連続性判定手段は、前記非対象領域及び該非対象領域の周囲の領域における前記情報を基に前記注目画素領域を平滑化した平滑化画像に基づいて前記連続性を判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。

10

## 【請求項 7】

前記分類手段は、前記非対象領域の検出方法に応じて前記非対象領域を複数のカテゴリに分類するカテゴリ分類手段を含む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 8】

前記カテゴリは、暗部、血管、溝、泡、ハレーションの内の少なくとも 1 つを含む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】

前記分類別周辺領域決定手段は、前記連続性の有無に応じて前記周辺領域の決定方法を切り替える切替手段を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

20

## 【請求項 10】

前記分類別周辺領域決定手段は、前記非対象領域のカテゴリに応じて前記周辺領域の決定方法を切り替える切替手段を含む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】

前記周辺領域決定手段は、前記非対象領域及び該非対象領域の周囲の領域における前記情報を補正する補正手段をさらに有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 12】

前記補正手段は、前記非対象領域の周囲における前記情報の平均値により前記情報を補間することを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

30

## 【請求項 13】

前記補正手段は、前記非対象領域の周囲における前記情報を用いた関数近似により前記情報を補間することを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 14】

前記周辺領域決定手段は、前記注目画素位置を含む範囲であって、前記非対象領域を超えない前記注目画素領域内の範囲を前記周辺領域として決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 15】

前記切替手段は、前記連続性が無いと前記連続性判定手段が判定した場合、前記注目画素位置を含む範囲であって、前記非対象領域を超えない前記注目画素領域内の範囲を前記周辺領域として決定することを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

40

## 【請求項 16】

前記切替手段は、前記非対象領域のカテゴリが暗部、溝、又は残差である場合、前記注目画素位置を含む範囲であって、前記非対象領域を超えない前記注目画素領域内の範囲を前記周辺領域として決定することを特徴とする請求項 10 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 17】

前記基準面作成手段は、前記周辺領域内の前記情報に対し、前記非対象領域からの距離に応じた重み付け係数を用いた重み付け平均を施すことにより前記基準面を作成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 18】

50

前記基準面作成手段は、前記周辺領域内の前記情報に基づく関数近似により前記基準面を作成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 19】

前記基準面作成手段は、前記周辺領域内の前記情報に対するモフォロジ処理により前記基準面を作成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 20】

非対象領域検出部が、画像内から検査対象外の領域を非対象領域として検出する非対象領域検出ステップと、

注目画素領域設定部が、前記画像内の注目画素位置を含む所定の範囲に注目画素領域を設定する注目画素領域設定ステップと、

周辺領域決定部が、前記注目画素位置に関する基準面の作成に用いる情報の取得範囲である周辺領域を、前記非対象領域と前記注目画素位置とに基づいて決定する周辺領域決定ステップと、

基準面作成部が、前記周辺領域内の前記情報に基づいて基準面を作成する基準面作成ステップと、

外れ値検出部が、各画素位置における前記基準面と前記画像との間で対応する量の差分に基づいて周囲の値から外れる画素値を有する外れ画素を検出する外れ画素検出ステップと、

を含むことを特徴とする画像処理装置の作動方法。

【請求項 21】

画像内から検査対象外の領域を非対象領域として検出する非対象領域検出ステップと、前記画像内の注目画素位置を含む所定の範囲に注目画素領域を設定する注目画素領域設定ステップと、

前記注目画素位置に関する基準面の作成に用いる情報の取得範囲である周辺領域を、前記非対象領域と前記注目画素位置とに基づいて決定する周辺領域決定ステップと、

前記周辺領域内の前記情報に基づいて基準面を作成する基準面作成ステップと、

各画素位置における前記基準面と前記画像との間で対応する量の差分に基づいて周囲の値から外れる画素値を有する外れ画素を検出する外れ画素検出ステップと、

をコンピュータに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、画像から特定の領域を検出する画像処理装置、画像処理方法、及び画像処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

画像から特定の領域を検出する技術として、例えば特許文献 1 には、生体内を撮像した体腔内画像に対して注目画素とその周囲に位置する複数の周囲画素との画素値変化量及び周囲画素間の周囲画素値変化量をそれぞれ算出し、これらの画素値変化量及び周囲画素値変化量の算出結果を基に、体腔内画像における病変部候補領域を検出した後、この検出した病変部候補領域の特徴を抽出し、この抽出結果を基に病変部候補領域から病変部領域を検出する画像処理装置の構成が開示されている。

【0003】

また、特許文献 2 には、周囲の画素と比較して画素値に変化がある画素をもとに凸病変部候補領域及び凹病変部候補領域を抽出し、凹病変部候補領域から体腔器官に挟まれて発生した溝の陰影に該当する領域を溝領域として判定し、凹病変部候補領域から溝領域と判定された凹病変部候補領域を除外して病変部領域を抽出する画像処理装置の構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 9 3 1 7 2 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 3 0 7 2 2 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、注目画素とその周辺画素との画素値変化量が大きい外れ値を基に病変部候補領域である異常部を検出する場合、注目画素と周辺画素との間の距離によっては、本来参照すべきではない領域の情報を参照することになり、好ましい検出精度を出せなくなる可能性がある。

10

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記に鑑み為されたものであって、注目画素の周辺の画素を参照することにより外れ値となる画素を検出する際に、外れ値の画素の検出精度を向上させることができる画像処理装置、画像処理方法、及び画像処理プログラム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】

【 0 0 0 7 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る画像処理装置は、画像内から検査対象外の領域を非対象領域として検出する非対象領域検出手段と、前記画像内の注目画素位置を含む所定の範囲に注目画素領域を設定する注目画素領域設定手段と、前記注目画素位置に関する基準面の作成に用いる情報の取得範囲である周辺領域を、前記非対象領域に基づいて決定する周辺領域決定手段と、前記周辺領域内の前記情報に基づいて基準面を作成する基準面作成手段と、各画素位置における前記基準面と前記画像との間に対応する量の差分に基づいて周囲の値から外れる画素値を有する外れ画素を検出する外れ画素検出手段とを備えることを特徴とする。

20

【 0 0 0 8 】

本発明に係る画像処理方法は、画像内から検査対象外の領域を非対象領域として検出する非対象領域検出ステップと、前記画像内の注目画素位置を含む所定の範囲に注目画素領域を設定する注目画素領域設定ステップと、前記注目画素位置に関する基準面の作成に用いる情報の取得範囲である周辺領域を、前記非対象領域に基づいて決定する周辺領域決定ステップと、前記周辺領域内の前記情報に基づいて基準面を作成する基準面作成ステップと、各画素位置における前記基準面と前記画像との間に対応する量の差分に基づいて周囲の値から外れる画素値を有する外れ画素を検出する外れ画素検出ステップとを含むことを特徴とする。

30

【 0 0 0 9 】

本発明に係る画像処理プログラムは、画像内から検査対象外の領域を非対象領域として検出する非対象領域検出ステップと、前記画像内の注目画素位置を含む所定の範囲に注目画素領域を設定する注目画素領域設定ステップと、前記注目画素位置に関する基準面の作成に用いる情報の取得範囲である周辺領域を、前記非対象領域に基づいて決定する周辺領域決定ステップと、前記周辺領域内の前記情報に基づいて基準面を作成する基準面作成ステップと、各画素位置における前記基準面と前記画像との間に対応する量の差分に基づいて周囲の値から外れる画素値を有する外れ画素を検出する外れ画素検出ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、注目画素領域に関する基準面の作成に用いる情報の取得範囲である周辺領域を、画像から検出した非対象領域に基づいて決定するので、本来参照すべき周辺領域を設定することができ、外れ値となる画素の検出精度を向上させることができる。従って、画像から病変部候補領域である異常部を精度良く検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

50

【図 1】図 1 は、実施の形態 1 に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、図 1 に示す画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 3】図 3 は、画像に設定された注目画素位置及び注目画素領域の例を示す模式図である。

【図 4】図 4 は、基準面作成部の詳細な動作を示すフローチャートである。

【図 5】図 5 は、基準面の作成においてプロファイル情報を取得する方向を例示する模式図である。

【図 6】図 6 は、ロバスト推定により基準面を作成する場合の基準面作成部の動作を示すフローチャートである。

【図 7】図 7 は、モフォロジ処理による基準面の作成を説明する図である。

10

【図 8 A】図 8 A は、モフォロジ処理による基準面の作成を説明する図である。

【図 8 B】図 8 B は、モフォロジ処理による基準面の作成を説明する図である。

【図 9】図 9 は、実施の形態 3 に係る画像処理装置の演算部の構成を示すブロック図である。

【図 10】図 10 は、実施の形態 3 に係る画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 11】図 11 は、実施の形態 3 における周辺領域決定部の詳細な動作を示すフローチャートである。

【図 12】図 12 は、連続性の判定においてプロファイル情報を取得する方向を例示する模式図である。

20

【図 13】図 13 は、変形例 3 - 1 における非対象領域の分類方法を示すフローチャートである。

【図 14】図 14 は、重み付け平滑化処理における重み付け係数の設定方法を説明する模式図である。

【図 15】図 15 は、変形例 3 - 2 における非対象領域の分類方法を示すフローチャートである。

【図 16 A】図 16 A は、近似曲線を表す式の係数に基づく非対象領域の連続性の判定方法を説明する模式図である。

【図 16 B】図 16 B は、近似曲線を表す式の係数に基づく非対象領域の連続性の判定方法を説明する模式図である。

30

【図 17】図 17 は、変形例 3 - 3 に係る周辺領域決定部の構成を示すブロック図である。

【図 18】図 18 は、実施の形態 4 に係る画像処理装置の演算部の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、これら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、各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。

【0013】

40

以下においては、一例として、内視鏡等の医用観察装置によって被検体の管腔内を撮像した管腔内画像（以下、単に画像ともいう）に対する画像処理を説明する。このような管腔内画像は、例えば、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。また、一般に、管腔内画像には消化管内壁の粘膜が映り、時として食物残渣（以下、単に残渣ともいう）や泡などが映る。管腔内画像における検査対象領域は基本的に粘膜領域であり、残渣及び泡の他、照明光が届かなかった暗部や構造物の境界線（溝）は検査対象領域にはならない。

なお、本発明は、管腔内画像に限定されることがなく、他の一般的な画像内から特定の領域を検出する画像処理装置に広く適用することが可能である。

【0014】

50

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 1 に示すように、画像処理装置 1 は、当該画像処理装置 1 全体の動作を制御する制御部 10 と、医用観察装置によって撮像された管腔内画像の画像データを取得する画像取得部 11 と、外部から入力された入力信号を受け付ける入力部 12 と、管腔内画像や各種情報を含む画面を表示する表示部 13 と、記録部 14 と、管腔内画像から異常部を検出する演算処理を行う演算部 100 とを備える。

【0015】

制御部 10 は、CPU 等のハードウェアによって実現され、記録部 14 に格納された各種プログラムを読み込むことにより、画像取得部 11 から入力される画像データや入力部 12 から入力される操作信号等に従って、画像処理装置 1 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 1 全体の動作を統括的に制御する。

【0016】

画像取得部 11 は、医用観察装置を含むシステムの態様に応じて適宜構成される。例えば、医用観察装置がカプセル型内視鏡であり、医用観察装置との間における管腔内画像の画像データの受け渡しに可搬型の記録媒体が使用される場合、画像取得部 11 は、この記録媒体を着脱自在に装着し、記録媒体に格納された画像データを読み出すリーダ装置で構成される。また、医用観察装置によって取得された管腔内画像の画像データを保存しておくサーバを設置する場合、画像取得部 11 は、サーバと接続される通信装置等で構成され、サーバとデータ通信を行って画像データを取得する。或いは、画像取得部 11 を、内視鏡等の医用観察装置から、ケーブルを介して画像信号を入力するインターフェース装置等で構成しても良い。

【0017】

入力部 12 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、外部から受け付けた入力信号を制御部 10 に出力する。

表示部 13 は、LCD や EL ディスプレイ等の表示装置によって実現される。

【0018】

記録部 14 は、更新記録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、内蔵若しくは外付けハードディスク、又は、CD-ROM 等の情報記録媒体及びその読取装置等によって実現される。記録部 14 は、画像取得部 11 によって取得された管腔内画像の画像データの他、画像処理装置 1 を動作させると共に、種々の機能を画像処理装置 1 に実行させるためのプログラムや、このプログラムの実行中に使用されるデータ等を格納する。例えば、記録部 14 は、管腔内画像から画素値の外れ値を検出して異常部として出力する画像処理プログラム 14a を格納する。

【0019】

演算部 100 は、CPU 等のハードウェアによって実現され、画像処理プログラム 14a を読み込むことにより、管腔内画像の画像データを処理し、管腔内画像から、画素値が周囲の画素から外れる外れ値を検出するための種々の演算処理を行う。演算部 100 は、画像内から非対象領域を検出する非対象領域検出部 110 と、画像内の注目画素位置を含む所定の範囲に注目画素領域を設定する注目画素領域設定部 120 と、注目画素位置に関する基準面の作成に用いる情報の取得範囲である周辺領域を非対象領域に基づいて決定する周辺領域決定部 130 と、周辺領域内の情報に基づいて基準面を作成する基準面作成部 140 と、各画素位置における基準面と元の画像との間で対応する量の差分に基づいて、周囲の値から外れる画素値を有する外れ画素を検出する外れ画素検出手段としての外れ値検出部 150 とを備える。

【0020】

次に、実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 の動作について説明する。図 2 は、図 1 に示す演算部 100 の動作を示すフローチャートである。

まず、ステップ S100 において、演算部 100 は、記録部 14 から処理対象の画像を取得する。

## 【 0 0 2 1 】

続くステップ S 1 0 1 において、非対象領域検出部 1 1 0 は、暗部、ハレーション、溝、残渣、泡といった検査対象外の領域を非対象領域として検出する。以下、これらの領域の検出方法について、個別に説明する。

## 【 0 0 2 2 】

## ( 1 ) 暗部及びハレーションの検出方法

暗部は、画像内の画素毎、又は画像を小領域に分割した領域毎に、特徴量として彩度及び輝度を算出し、これらの特徴量を彩度及び輝度の 2 軸からなる特徴空間に射影し、この特徴空間において、彩度及び輝度が共に所定の閾値よりも低い位置に分布する特徴量の点に対応する画素の領域を抽出することにより検出される。また、ハレーションは、同様の  
10 特徴空間において、彩度及び輝度が共に所定の閾値よりも高い位置に分布する特徴量の点に対応する画素の領域を抽出することにより検出される。なお、処理対象が管腔内画像である場合、特徴量として輝度の代わりに、画素値の中で最も分光反射率の高い R 成分の値を用いても良い。また、彩度及び輝度の閾値は、予め学習用データとして取得されて記録部 1 4 に記録された管腔内画像群に対し、暗部領域及び暗部以外の領域の座標情報をラベル情報として与え、該ラベル情報を基に、彩度及び輝度からなる特徴空間上で暗部領域と暗部以外の領域との境界を設定することにより算出する。ハレーションの閾値についても同様である。

## 【 0 0 2 3 】

## ( 2 ) 溝の検出方法

溝は、画像内の画素に対し、方向別二次微分の出力の最大値を閾値処理することによって得られる。具体的には、画像内に注目画素位置、及び該注目画素位置に対する所定サイズのフィルタを設定し、フィルタ内において、注目画素位置を通る縦、横、斜めの 4 方向における二次微分処理を実行し、これらの二次微分の出力値の内の最大値を算出する。このような処理を、注目画素位置をずらしながら、画像内の各画素に対して実行する。そして、各画素について算出された二次微分の最大値を閾値処理することにより、溝領域を検出する。  
20

## 【 0 0 2 4 】

## ( 3 ) 残渣の検出方法

残渣は、各画素の画素値から特徴量として色変化成分（色比） $G/R$  及び  $B/G$  を算出し、これらの特徴量を  $G/R$  及び  $B/G$  の 2 軸からなる特徴空間に投影し、この特徴空間上において赤色に対して黄色側に分布する特徴量の点に対応する画素を抽出することにより検出される。この際に用いられる色比の閾値も、暗部の場合と同様に、学習用データとして取得された画像に対してラベル情報を与え、色比の特徴空間において残渣領域と残渣以外の領域との境界を設定することにより算出される。  
30

## 【 0 0 2 5 】

## ( 4 ) 泡の検出方法

泡は、画像内において輝度の高周波成分の特徴量を有する画素の領域を抽出することにより検出される。なお、この際に用いられる周波数の閾値も、暗部や残渣と同様に、学習用データとして取得された画像に対してラベル情報を与え、周波数成分の特徴空間において泡領域と泡以外の領域との周波数成分の分布の境界を抽出することにより設定される。  
40

## 【 0 0 2 6 】

以下、泡領域の検出方法の一例を説明する。泡領域は、高周波成分と色成分を基に検出することができる。具体的には、 $RGB$  成分で構成される画像の輝度成分（スペクトルの帯域の広い  $G$  成分、若しくは輝度値  $Y$ （例えば、 $Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$  で算出される値））を基に、高周波成分の強度を示す高周波強度画像を作成する。なお、高周波成分の強度は、注目画素の画素値から、当該注目画素の周辺画素（例えば  $3 \times 3$ ）の平均値を差し引くことにより算出される。また、高周波強度画像の過検出を抑制するため、各画素の色情報を基に、例えば出血等を示す赤い領域（例えば、 $G/R$  値が所定の閾値以下の領域）を検出対象から除外するといった設定を行う。そして、泡  
50

候補領域内において、高周波成分の強度が事前に設定した閾値以上である領域を、泡領域として検出する。なお、泡の検出方法の詳細については、特開 2010-115260 号公報も参照されたい。

また、泡を検出する別の方法として泡モデルとのコンボリューションによる泡領域検出方法（特開 2007-313119 号公報参照）を用いても良い。

#### 【0027】

非対象領域検出部 110 は、これらの (1) ~ (4) の方法によって検出した領域内の各画素に対し、非対象領域であることを示すラベル ( $E(x_i, y_i) = 1$ ) を与え、それ以外の画素に非対象領域外（即ち、異常部の検出対象領域）であることを示すラベル ( $E(x_i, y_i) = 0$ ) を与える。ここで、 $(x_i, y_i)$  は、 $i$  番目の画素の座標を表す。

10

#### 【0028】

ステップ S102 において、注目画素領域設定部 120 は、画像内に注目画素位置を設定すると共に、この注目画素位置に対して注目画素領域を設定する。注目画素領域としては、例えば、注目画素位置を中心とし、所定のサイズを有する矩形の領域が設定される。図 3 は、画像 M1 に対して注目画素位置 P1 及び注目画素領域 R1 が設定された例を示している。なお、画像 M1 では非対象領域として溝 A1 が検出されている。

#### 【0029】

ステップ S103 において、周辺領域決定部 130 は、注目画素位置及び非対象領域に基づいて、基準面の作成に用いられる周辺領域を決定する。この際、実施の形態 1 においては、注目画素位置を含む範囲であって、非対象領域を超えない注目画素領域内の範囲を周辺領域として決定する。例えば、画像 M1 の場合、注目画素位置 P1 から見て非対象領域 A1 を超えない領域 S1（即ち、非対象領域 A1、及び非対象領域 A1 と非対象領域 A1 を通る境界 B1 と注目画素領域 R1 とによって囲まれる領域 S2 を除く領域）が周辺領域として決定される。

20

#### 【0030】

ステップ S104 において、基準面作成部 140 は、周辺領域内のプロファイル情報に基づいて基準面を作成する。図 4 は、ステップ S104 における基準面作成部 140 の詳細な動作を示すフローチャートである。

#### 【0031】

まず、ステップ S111 において、基準面作成部 140 は、周辺領域の内、注目画素位置を通る複数方向における画素値のプロファイル情報を取得する。実施の形態 1 においては、図 5 に示すように、注目画素位置 P1 を通る横 ( $r_1$ )、縦 ( $r_2$ )、左右斜め ( $r_3$ 、 $r_4$ ) の 4 方向 ( $r_1 \sim r_4$ ) におけるプロファイル情報を取得するものとする。また、実施の形態 1 においては、プロファイル情報として、画像を構成する R、G、B の各色成分の内、最も分光反射率の高い R 成分の値を取得する。なお、プロファイル情報としては、R 成分の値以外にも、波長の帯域幅の広い G 成分の値や、各色成分を距離に関連する距離情報で割った色変化成分の値を用いることができる。色変化成分としては、例えば、分光反射率が高く、被検体との間の距離を最も良く反映する R 成分を距離情報とし、G 成分を R 成分で除した値 ( $G/R$ ) を用いることができる。

30

#### 【0032】

続くステップ S112 において、基準面作成部 140 は、各方向のプロファイル情報に基づいて、注目画素位置における基準面を作成する。具体的には、まず、基準面作成部 140 は、各方向 ( $r_1 \sim r_4$ ) について、注目画素位置 P1 と、周辺領域として決定した領域 S1 の両端との間の距離  $d_1$ 、 $d_2$  を算出して閾値処理を施す。なお、図 5 においては、 $r_1$  方向における距離  $d_1$ 、 $d_2$  を示している。そして、距離  $d_1$ 、 $d_2$  のいずれかが予め設定した閾値以下となる方向を、基準面作成の対象から外す。

40

#### 【0033】

次いで、基準面作成部 140 は、取得したプロファイル情報を用いて、次式 (1-1) ~ (1-4) によって与えられる注目画素位置（座標  $(x_0, y_0)$ ）における基準面の値を算出する。ここで、式 (1-1) は、 $r_1$  方向 (X 方向) のプロファイル情報に基づく

50



基準面の値  $PH(x_0, y_0)$  の算出式である。式 (1-2) は、 $r_2$  方向のプロファイル情報に基づく基準面の値  $PV(x_0, y_0)$  の算出式である。式 (1-3) は、 $r_3$  方向のプロファイル情報に基づく基準面の値  $PD1(x_0, y_0)$  の算出式である。式 (1-4) は、 $r_4$  方向のプロファイル情報に基づく基準面の値  $PD2(x_0, y_0)$  の算出式である。

【数 1】

$$PH(x_0, y_0) = \left( \frac{P(x_0 + d_1, y_0) - P(x_0 - d_2, y_0)}{d_1 + d_2} d_2 + P(x_0 - d_2, y_0) \right) \quad \dots (1-1)$$

10

$$PV(x_0, y_0) = \left( \frac{P(x_0, y_0 + d_1) - P(x_0, y_0 - d_2)}{d_1 + d_2} d_2 + P(x_0, y_0 - d_2) \right) \quad \dots (1-2)$$

$$PD1(x_0, y_0) = \left( \frac{P(x_0 + d'_1, y_0 - d'_1) - P(x_0 - d'_2, y_0 + d'_2)}{d_1 + d_2} d_2 + P(x_0 - d'_2, y_0 + d'_2) \right) \quad \dots (1-3)$$

20

$$PD2(x_0, y_0) = \left( \frac{P(x_0 + d'_1, y_0 + d'_1) - P(x_0 - d'_2, y_0 - d'_2)}{d_1 + d_2} d_2 + P(x_0 - d'_2, y_0 - d'_2) \right) \quad \dots (1-4)$$

式 (1-1) ~ (1-4) において、 $P(x, y)$  は、座標  $(x, y)$  に位置する画素のプロファイル情報 ( $R$  成分の値) を示す。また、 $d'_1$ 、 $d'_2$  の値は次式 (2-1)、(2-2) によって与えられる。

【数 2】

$$d'_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} d_1 \quad \dots (2-1)$$

30

$$d'_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} d_2 \quad \dots (2-2)$$

【0034】

基準面作成部 140 は、このようにして算出された値  $PH(x_0, y_0)$ 、 $PV(x_0, y_0)$ 、 $PD1(x_0, y_0)$ 、 $PD2(x_0, y_0)$  を、注目画素位置  $P1$  における基準面の値として記録部 14 に記録する。

その後、動作はメインルーチンに戻る。

40

【0035】

ステップ  $S105$  において演算部 100 は、非対象領域以外の全ての領域について基準面が作成されたか否かを判定する。非対象領域以外の領域で未だ基準面が作成されていない領域がある場合 (ステップ  $S105$ : No)、演算部 100 は、注目画素位置を移動させる (ステップ  $S106$ )。ここでの移動は、例えばラスタスキャンにより行う。その後、動作はステップ  $S102$  に移行する。

【0036】

一方、非対象領域以外の全ての画素について基準面が作成された場合 (ステップ  $S105$ : Yes)、外れ値検出部 150 は、各画素位置における基準面と元の画像との間で対応する量の差分から、周囲から画素値が外れる外れ値を有する外れ画素を検出する (ステ

50

ップ S 1 0 7 )。

【 0 0 3 7 】

具体的には、外れ値検出部 1 5 0 は、各方向  $r_1 \sim r_4$  のプロファイル情報に基づいて算出された画素位置  $(x, y)$  における基準面の値  $PH$ 、 $PV$ 、 $PD1$ 、 $PD2$  と、注目画素位置  $(x, y)$  におけるプロファイル情報の値  $P(x, y)$  との差分値  $dPH$ 、 $dPV$ 、 $dPD1$ 、 $dPD2$  を、次式 (3 - 1) ~ (3 - 4) により算出する。

$$dPH(x, y) = P(x, y) - PH(x, y) \quad \dots (3 - 1)$$

$$dPV(x, y) = P(x, y) - PV(x, y) \quad \dots (3 - 2)$$

$$dPD1(x, y) = P(x, y) - PD1(x, y) \quad \dots (3 - 3)$$

$$dPD2(x, y) = P(x, y) - PD2(x, y) \quad \dots (3 - 4)$$

10

【 0 0 3 8 】

続いて、外れ値検出部 1 5 0 は、各差分値  $dPH$ 、 $dPV$ 、 $dPD1$ 、 $dPD2$  の内の最小値  $d(x, y) = \min(dPH(x, y), dPV(x, y), dPD1(x, y), dPD2(x, y))$  を算出する。

外れ値検出部 1 5 0 は、このようにして算出された差分値の最小値が予め設定された閾値よりも大きい画素を、外れ画素として検出する。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 0 8 において、演算部 1 0 0 は、外れ画素の検出結果を異常部として表示部 1 3 に出力する。具体的には、外れ画素の位置を画像上でマークするなどして表示部 1 3 に表示させる。併せて、演算部 1 0 0 は、外れ画素の検出結果を記録部 1 4 に記録する。これにより、画像処理装置 1 の動作は終了する。

20

【 0 0 4 0 】

以上説明したように、実施の形態 1 によれば、注目画素の周辺の画素を参照することにより外れ値の画素を検出する際に、本来参照すべき周辺領域の情報のみを利用することができるので、異常部を精度良く検出することが可能となる。

【 0 0 4 1 】

( 変形例 1 - 1 )

次に、実施の形態 1 の変形例 1 - 1 について説明する。

ステップ S 1 0 4 において、基準面作成部 1 4 0 は、関数近似により基準面を作成しても良い。以下、具体的な基準面の作成方法について説明する。

30

【 0 0 4 2 】

まず、基準面作成部 1 4 0 は、周辺領域 ( 図 3 においては領域 S 1 ) 内の画素のプロファイル情報 ( 例えば、R 成分の値 ) を近似する近似曲線を各方向  $r_1 \sim r_4$  について求める。例えば、方向  $r_1$  については、次式 ( 4 ) に示す二次関数に対して係数  $a$ 、 $b$ 、 $c$  を算出する処理を行う。

$$z(x) = ax^2 + bx + c \quad \dots (4)$$

式 ( 4 ) において、 $x$  は周辺領域内の画素の X 軸における座標値、 $z(x)$  は当該画素のプロファイル情報の値である。

【 0 0 4 3 】

係数  $a$ 、 $b$ 、 $c$  は、最小二乗法により次式 ( 5 ) を用いて算出される。

40

【数 3】

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = (A^t \times A)^{-1} \times A^t \times \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_n \end{bmatrix} \quad \cdots (5)$$

但し、

$$A = \begin{bmatrix} x_1^2 & x_1 & 1 \\ x_2^2 & x_2 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n^2 & x_n & 1 \end{bmatrix}$$

10

式(5)において、 $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) は周辺領域内の画素の座標値を示し、 $z_i$  は座標  $x_i$  におけるプロファイル情報の値を示す。

【0044】

方向  $r_2 \sim r_4$  についても、上式(4)における変数  $x$  の代わりに、各画素の座標と注目画素位置  $P_1$  との距離を用い、同様にして近似曲線を求める。

【0045】

20

基準面作成部 140 は、このようにして算出した近似曲線の式に対し、ステップ S102 において設定された注目画素位置の座標値を代入して算出された値を、基準面の値とする。

【0046】

この場合、外れ値検出部 150 は、各方向  $r_1 \sim r_4$  について算出された注目画素位置  $P_1$  における基準面の値と、注目画素位置  $P_1$  におけるプロファイル情報との差分値を算出し、これらの差分値の最小値を閾値と比較することにより外れ画素を検出する。

【0047】

(変形例 1 - 2)

上記変形例 1 - 1 においては、2 次関数による近似曲線を作成したが、非対象領域の周囲における連続性をより正確に判定して、近似曲線の精度を向上させるために、ロバスト推定を用いて近似曲線を作成しても良い。図 6 は、基準面の作成(ステップ S104)を、ロバスト推定を用いて行う場合の基準面作成部 140 の動作を示すフローチャートである。

30

【0048】

まず、ステップ S121 において、基準面作成部 140 は、ステップ S103 において決定された周辺領域から 2 次関数の係数の数以上の座標を抽出すると共に、該座標におけるプロファイル情報(画素値)を取得する。

【0049】

続くステップ S122 において、基準面作成部 140 は、これらのプロファイル情報を

40

用いて最小二乗法により近似曲線を算出する。  
基準面作成部 140 は、これらの処理を、プロファイル情報を取得する座標を変えながら所定数(N回)繰り返すことにより(ステップ S123: No)、N 個の近似曲線を作成する。

【0050】

近似曲線の算出を N 回実行した場合(ステップ S123: Yes)、基準面作成部 140 は、各近似曲線上の値と、これに対応するプロファイル情報との差分を算出する(ステップ S124)。

【0051】

ステップ S125 において、基準面作成部 140 は、各近似曲線について、ステップ S

50

1 2 3において算出した差分値が所定の閾値以下となる画素数を取得し、画素数が最大となる近似曲線を選択する。なお、この画素数は、近似曲線上の値とプロファイル情報とが略一致する領域（一致領域）に対応する。

【0052】

ステップS 1 2 6において、基準面作成部 1 4 0は、選択した近似曲線を表す式に注目画素位置の座標値を代入して算出した値を基準面の値とする。

その後、動作はメインルーチンに戻る。

【0053】

以上説明した変形例 1 - 2によれば、近似曲線の作成に用いるデータをランダムに取得するので、作成された近似曲線に対する非対象領域近傍のデータの影響を抑制することができる。従って、非対象領域近傍における連続性をより正確に判定し、近似曲線の精度を向上させることが可能となる。

【0054】

（実施の形態 2）

次に、本発明の実施の形態 2について説明する。

実施の形態 2に係る画像処理装置全体の構成及び動作は、図 1 及び図 2 に示すものと同様であり、ステップ S 1 0 3における周辺領域決定部 1 3 0の詳細な動作、及びステップ S 1 0 4における基準面作成部 1 4 0の詳細な動作のみが実施の形態 1とは異なる。以下、本実施の形態 2における周辺領域決定部 1 3 0及び基準面作成部 1 4 0の動作を説明する。

【0055】

ステップ S 1 0 3において、周辺領域決定部 1 3 0は、注目画素位置及び非対象領域に基づいて周辺領域を決定する。具体的には、図 3 に示す場合、注目画素位置 P 1を含む範囲であって、非対象領域 A 1を超えない注目画素領域内の第 1の範囲（領域 S 1）と、該第 1の範囲及び非対象領域 A 1を除く第 2の範囲（領域 S 2）とを周辺領域として決定する。

【0056】

ステップ S 1 0 4において、基準面作成部 1 4 0は、周辺領域内のプロファイル情報に基づいて基準面を作成する。この際に、実施の形態 2においては、領域 S 1及び領域 S 2のそれぞれに対してモフォロジ処理（モフォロジのオープニング（opening）処理又はクロージング（closing）処理）を施すことにより基準面を作成する。

【0057】

ここで、モフォロジのオープニング処理とは、構造要素と呼ばれる基本図形を、プロファイル情報の値の小さい方からプロファイル情報に外接させて移動させた際に構造要素の外周の最大値が通過する軌跡を得る処理である。また、モフォロジのクロージング処理とは、構造要素をプロファイル情報の値の大きい方からプロファイル情報に外接させて移動させた際に構造要素の外周の最小値が通過する軌跡を得る処理である（参考文献：小畑秀文著、「モルフォロジー」、コロナ社）。

【0058】

より詳細には、基準面作成部 1 4 0は、注目画素領域 R 1内の全画素位置に、注目画素領域 R 1と同じサイズの（例えば、注目画素領域 R 1の 1 辺と直径が等しい）構造要素の中心を配置し、オープニング又はクロージング処理を実行する。それによって得られた構造要素の外接面を比較し、オープニング処理においては最大値、クロージング処理においては最小値の面を、それぞれ基準面として採用する。

【0059】

ここで、周辺領域として、第 1の範囲及び第 2の範囲のそれぞれに対してモフォロジ処理を施すことにより基準面を作成する理由を、図 7 ~ 図 8 Bを参照しながら説明する。

図 7は、プロファイル P R 1に対し、領域 S 1及び S 2に渡ってモフォロジのオープニング処理を施した例を示す模式図である。図 7に示すように、構造要素 S E 1をプロファイル P R 1に外接させる処理を例えば領域 S 1側から施す場合、この処理は、構造要素 S

10

20

30

40

50

E 1 よりも領域が狭い非対象領域 A 1 を跨いで、領域 S 2 に移行する。このため、この処理により得られる軌跡 T 1 は、領域 S 1 におけるプロファイル P R 1 と領域 S 2 におけるプロファイル P R 1 とをなだらかに接続することになる。この結果、軌跡 T 1 は、非対象領域 A 1 の近傍においてプロファイル P R 1 と乖離してしまう (S<sub>ERROR</sub>)。従って、このような軌跡 T 1 を基準面として用いると、異常部の検出精度が低下してしまう。

【 0 0 6 0 】

一方、図 8 A 及び図 8 B は、プロファイル P R 1 に対し、領域 S 1 及び領域 S 2 のそれぞれにおいてモフォロジのオープニング処理を施した例を示す模式図である。図 8 A は、領域 S 1 における処理結果を示しており、図 8 B は、領域 S 2 における処理結果を示している。図 8 A に示すように、構造要素 S E 1 をプロファイル P R 1 に外接させる処理は、領域 S 1 の端部付近においても、領域 S 2 の影響を受けない。そのため、この処理の結果得られる軌跡 T 2 は、領域 S 1 と非対象領域 A 1 との境界付近においてもプロファイル P R 1 に沿った形状となる。図 8 B においても同様に、構造要素 S E 1 をプロファイル P R 1 に外接させる処理は、領域 S 2 の端部付近においても、領域 S 1 の影響を受けない。そのため、この処理の結果得られる軌跡 T 3 は、領域 S 2 と非対象領域 A 1 との境界付近においてもプロファイル P R 1 に沿った形状となる。従って、このようにして得られた軌跡 T 2、T 3 を基準面として用いることにより、異常部の検出精度を向上させることが可能となる。

【 0 0 6 1 】

以上説明したように、実施の形態 2 によれば、注目画素の周辺の画素を参照することにより外れ値の画素を検出する際に、本来参照すべき周辺領域の情報のみを利用するので、異常部を精度良く検出することが可能となる。また、実施の形態 2 においては、非対象領域を除く全ての領域のプロファイル情報を用いることにより、基準面を作成する際のサンプル数を増やしているため、より広範囲の情報が反映された基準面を作成することが可能となる。

【 0 0 6 2 】

なお、実施の形態 2 においては、設定された 1 つの注目画素領域に対し、注目画素位置だけでなく、注目画素位置を含む広がりを持った領域に対する基準面を作成することができる。従って、注目画素位置を移動する際には (図 2 のステップ S 1 0 6)、注目画素領域間に隙間が生じない範囲で、隣接する注目画素間に間隔を開けても良い。

【 0 0 6 3 】

また、実施の形態 2 においては、注目画素領域 R 1 内の領域 S 1 及び S 2 におけるプロファイル情報を用いて、実施の形態 1 や変形例 1 - 1 及び 1 - 2 と同様の手法により基準面を作成しても良い。この場合も基準面を作成する際のサンプル数を増やして、より広範囲の情報が反映された基準面を作成することが可能となる。

【 0 0 6 4 】

( 実施の形態 3 )

次に、本発明の実施の形態 3 について説明する。

図 9 は、実施の形態 3 に係る画像処理装置が備える演算部の構成を示すブロック図である。なお、実施の形態 3 に係る画像処理装置の演算部以外の構成については、図 1 と同様である。

【 0 0 6 5 】

図 9 に示すように、演算部 3 0 0 は、図 1 に示す周辺領域決定部 1 3 0 の代わりに、注目画素領域に対し、非対象領域の分類に応じて周辺領域を決定する周辺領域決定部 3 1 0 を備える。

【 0 0 6 6 】

より詳細には、周辺領域作成部 3 1 0 は、非対象領域を分類する分類部 3 1 1 と、非対象領域の分類に応じて周辺領域を決定する分類別周辺領域決定部 3 1 2 とを有する。分類部 3 1 1 は、非対象領域とその周囲の領域との連続性を判定する連続性判定部 3 1 1 a を含み、この連続性に基づいて、非対象領域を、周囲との連続性がある非対象領域と、周囲

10

20

30

40

50

との連続性がない非対象領域とに分類する。また、分類別周辺領域決定部 3 1 2 は、連続性の有無に応じて周辺領域の決定方法を切り替える連続性切替部 3 1 2 a を含み、非対象領域の連続性に応じて設定された方法で周辺領域を決定する。

【 0 0 6 7 】

次に、実施の形態 3 に係る画像処理装置の動作について説明する。図 1 0 は、実施の形態 3 に係る画像処理装置全体の動作を示すフローチャートである。この内、ステップ S 1 0 0 ~ S 1 0 2、及び S 1 0 4 ~ S 1 0 8 については、実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 0 2 に続くステップ S 3 0 1 において、分類部 3 1 1 は、注目画素領域内の非対象領域を分類する。図 1 1 は、ステップ S 3 0 1 における分類部 3 1 1 の詳細な動作を示すフローチャートである。

10

【 0 0 6 9 】

まず、ステップ S 3 1 1 において、連続性判定部 3 1 1 a は、注目画素領域において、注目画素位置を通る複数方向におけるプロファイル情報を取得する。より詳細には、連続性判定部 3 1 1 a が、図 1 2 に示すように、注目画素領域 R 1 内で注目画素位置 P 1 を通る横、縦、斜めの 4 方向 ( $r_1 \sim r_4$ ) におけるプロファイル情報を取得する。プロファイル情報としては、画像を構成する R、G、B の各色成分の内、最も分光反射率の高い R 成分の値や、波長の帯域幅の広い G 成分の値や、各色成分を距離情報で割った色変化成分の値を用いることができる。実施の形態 3 においては、プロファイル情報として、分光反射率が高く、被検体との間の距離を最も良く反映する R 成分を距離情報とし、G 成分を R 成分で除した色変化成分の値 ( $G/R$ ) を用いる。

20

【 0 0 7 0 】

続くステップ S 3 1 2 において、連続性判定部 3 1 1 a は、各方向  $r_1 \sim r_4$  におけるプロファイル情報の内、注目画素領域 R 1 内で非対象領域 A 1 の外側に位置する領域のプロファイル情報を基に近似曲線を作成する。なお、近似曲線の作成方法については、実施の形態 1 の変形例 1 - 1 において説明したものと同様である。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 3 1 3 において、連続性判定部 3 1 1 a は、近似曲線とプロファイル情報との類似度に基づいて、非連続領域とその周囲の領域との連続性を判定する。具体的には、連続性判定部 3 1 1 a は、各方向  $r_1 \sim r_4$  の近似曲線上の値と、これに対応するプロファイル情報との差分値を算出し、この差分値が所定の閾値以下となる画素数を取得する。なお、この画素数は、近似曲線上の値とプロファイル情報とが略一致する領域（一致領域）に対応する。さらに、連続性判定部 3 1 1 a は、この画素数が所定の閾値未満（又は閾値以下）の場合、非対象領域を不連続領域と判定し、画素数が該所定の閾値以上（又は閾値より大きい）の場合、非対象領域を連続領域と判定する。

30

その後、動作はメインルーチンに戻る。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 3 0 2 において、分類別周辺領域決定部 3 1 2 は、非対象領域の分類に基づいて、基準面の作成に用いられる周辺領域を決定する。より詳細には、連続性切替部 3 1 2 a が、ステップ S 3 0 1 において非対象領域が不連続領域であると判定された場合、注目画素位置から見て、非対象領域を超えない注目画素領域内の範囲（即ち、領域 S 1）を周辺領域として決定する。一方、ステップ S 3 0 1 において非対象領域が連続領域であると判定された場合、注目画素領域 R 1 の内、非対象領域 A 1 以外の範囲（即ち、領域 S 1 及び S 2）を周辺領域として決定する。

40

その後、動作はメインルーチンに戻る。

【 0 0 7 3 】

以上説明したように、実施の形態 3 によれば、非対象領域の周囲との連続性に応じて、基準面の作成に用いられる周辺領域を決定するので、基準面の精度を向上させることができ、異常部の過検出を抑制することが可能となる。

【 0 0 7 4 】

50

## (変形例 3 - 1)

次に、実施の形態 3 の変形例 3 - 1 について説明する。

ステップ S 3 0 1 においては、近似曲線を作成する代わりに、平滑化処理により非対象領域の分類を行っても良い。以下、平滑化処理により非対象領域を分類する方法について説明する。図 1 3 は、変形例 3 - 1 における非対象領域の分類方法を示すフローチャートである。

## 【 0 0 7 5 】

ステップ S 3 2 1 において、連続性判定部 3 1 1 a は、非対象領域からの距離に応じた重み付け係数を用いて注目画素領域に対する平滑化処理を実行する。例えば、図 1 4 に示すように、画素値 P R 2 を有する画素からなる注目画素領域内において、非対象領域 A 2 が検出されている場合、連続性判定部 3 1 1 a は、注目画素領域内の各画素に対し、非対象領域との座標距離に比例して増加する重み付け係数 W 1 を設定する。この際、非対象領域内部においては、重み付け係数の値をゼロとする。そして、この重み付け係数 W 1 と例えばガウシアンフィルタにおける係数とを掛け合わせることでフィルタを作成し、このフィルタを用いて注目画素領域内の各画素に対して平滑化処理を施す。

## 【 0 0 7 6 】

続くステップ S 3 2 2 において、連続性判定部 3 1 1 a は、注目画素領域に対応する平滑化画像とプロファイル情報とに基づいて、非対象領域の連続性を判定する。具体的には、連続性判定部 3 1 1 a は、注目画素領域において、注目画素位置を通る複数方向（図 1 2 に示す方向  $r_1 \sim r_4$ ）におけるプロファイル情報（色変化成分  $G/R$  の値）を取得する。そして、方向  $r_1 \sim r_4$  毎に、平滑化画像及びプロファイル情報における例えば  $G/R$  値の差分値を算出する。続いて、連続性判定部 3 1 1 a は、差分値が所定の閾値よりも大きい外れ領域を検出し、方向  $r_1 \sim r_4$  毎に、外れ領域が連続する幅を取得する。連続性判定部 3 1 1 a は、この幅が所定の閾値未満（又は以下）である場合、非対象領域はその周囲の領域の連続領域であると判定する。一方、この幅が所定の閾値以上である（又は該所定の閾値より大きい）場合、非対象領域はその周囲の領域の不連続領域と判定する。

## 【 0 0 7 7 】

## (変形例 3 - 2)

次に、実施の形態 3 の変形例 3 - 2 について説明する。

ステップ S 3 0 1 においては、近似曲面の係数を用いて非対象領域の分類を行っても良い。以下、近似曲面の係数により非対象領域を分類する方法について説明する。図 1 5 は、変形例 3 - 2 における非対象領域の分類方法を示すフローチャートである。

## 【 0 0 7 8 】

ステップ S 3 3 1 において、連続性判定部 3 1 1 a は、注目画素領域内の画素の画素値を近似する近似曲面を算出する。より詳細には、次式（6）に示す二次関数に対し、次式（7）により係数  $a \sim f$  を算出する。

$$z(x, y) = ax^2 + by^2 + cxy + dx + ey + f \quad \dots (6)$$

10

20

30

【数 4】

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{bmatrix} = (C^t \times C)^{-1} \times C^t \times \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_n \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

但し、

$$C = \begin{bmatrix} x_1^2 & y_1^2 & x_1 y_1 & x_1 & y_1 & 1 \\ x_2^2 & y_2^2 & x_2 y_2 & x_2 & y_2 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n^2 & y_n^2 & x_n y_n & x_n & y_n & 1 \end{bmatrix}$$

或いは、変形例 1 - 1 と同様にして、式 (4) 等によって表される各方向  $r_1 \sim r_4$  における近似曲線を算出しても良い。 20

【0079】

続くステップ S 3 3 2 において、連続性判定部 3 1 1 a は、近似曲面を表す式の係数を基に、非対象領域の連続性を判定する。具体的には、二次関数の極値点が非対象領域内に存在し、且つ、二次関数の 2 次の項の係数の絶対値 (式 (6) の場合  $|a|$  及び  $|b|$ 、式 (4) の場合  $|a|$ ) が所定の閾値以上である場合、その非対象領域は不連続領域であると判定する。また、極値点が非対象領域内に含まれない場合、又は、二次関数の 2 次の項の係数の絶対値が所定の閾値よりも小さい場合、その非対象領域は連続領域であると判定する。ここで、式 (6) の場合、X 方向の極値点は  $\{-(cy + d)/(2a)\}$ 、Y 方向の極値点は  $\{-(cx + e)/(2b)\}$  によってそれぞれ与えられる。また、式 (4) の場合、極値点は  $(-b/2a)$  によって与えられる。 30

【0080】

図 1 6 A は、ある注目画素領域内のプロファイル P R 3 に対する近似曲面  $M_{D1}$  の 1 回目の算出結果を示す模式図である。この近似曲面  $M_{D1}$  は、非対象領域 A 3、A 4 以外の領域のプロファイル情報に基づいて算出されている。このような 1 回目の算出結果に対し、非対象領域 A 3、A 4 外部のプロファイル P R 3 と近似曲面  $M_{D1}$  とが交差する位置において分割された各領域  $W_{D1}$ 、 $W_{D2}$  について、2 回目の近似曲面の算出が行われる。図 1 6 B は、2 回目の近似曲面の算出結果を示す模式図である。この場合、非対象領域 A 3、A 4 の周囲の領域との連続性は、次のように判定される。例えば、非対象領域 A 3 の場合、該非対象領域 A 3 を含む領域  $W_{D1}$  に対して作成された近似曲面  $M_{D2}$  の極大点  $P_{MD2}$  は非対象領域 A 3 の外部に存在する。このような場合、非対象領域 A 3 は周囲の領域と連続であると判定される。一方、非対象領域 A 4 の場合、該非対象領域 A 4 を含む領域  $W_{D2}$  に対して作成された近似曲面  $M_{D3}$  の極小点  $P_{MD3}$  は、非対象領域 A 4 内に存在する。この場合、近似曲面  $M_{D3}$  の 2 次の項の係数の絶対値が所定の閾値以上であるとき、非対象領域 A 4 は周囲の領域と不連続であると判定される。 40

【0081】

(変形例 3 - 3)

次に、実施の形態 3 の変形例 3 - 3 について説明する。

図 1 7 は、変形例 3 - 3 における周辺領域決定部の構成を示すブロック図である。変形例 3 - 3 に係る画像処理装置は、図 9 に示す周辺領域決定部 3 1 0 の代わりに、図 1 7 に 50



示す周辺領域決定部 3 2 0 を備える。周辺領域決定部 3 2 0 は、分類部 3 1 1 及び分類別周辺領域決定部 3 1 2 に加えて、非対象領域の周囲の領域におけるプロファイル情報を用いて、非対象領域におけるプロファイル情報を補正する補正部 3 2 1 を有する。

#### 【 0 0 8 2 】

補正部 3 2 1 は、分類部 3 1 1 により、非対象領域がその周囲の領域に対する連続領域であると判定された場合に、非対象領域の補正を行う。具体的には、非対象領域の周囲の領域におけるプロファイル情報の平均値により非対象領域を補間する。或いは、変形例 3 - 1 において説明したものと同様に、非対象領域の周囲の領域のプロファイル情報と重み付け係数とを用いた重み付け平滑化処理を実行することにより、非対象領域を補間しても良い。さらに、変形例 3 - 2 において説明したものと同様に、非対象領域の周囲の領域の

10

#### 【 0 0 8 3 】

この場合、周辺領域決定部 3 2 0 は、基準面の作成に用いられる周辺領域として、補間された非対象領域を含む注目画素領域全体を設定することができる。

#### 【 0 0 8 4 】

( 実施の形態 4 )

次に、本発明の実施の形態 4 について説明する。

図 1 8 は、実施の形態 4 に係る画像処理装置が備える演算部の構成を示すブロック図である。なお、実施の形態 4 に係る画像処理装置の演算部以外の構成については、図 9 と同様である。

20

#### 【 0 0 8 5 】

図 1 8 に示すように、演算部 4 0 0 は、図 9 に示す周辺領域決定部 3 1 0 の代わりに、注目画素領域に対し、非対象領域の分類に応じて周辺領域を決定する周辺領域決定部 4 1 0 を備える。

#### 【 0 0 8 6 】

より詳細には、周辺領域決定部 4 1 0 は、非対象領域を分類する分類部 4 1 1 と、非対象領域の分類に応じて周辺領域を決定する分類別周辺領域決定部 4 1 2 とを有する。

分類部 4 1 1 は、非対象領域の検出方法に応じて非対象領域を複数のカテゴリに分類するカテゴリ分類部 4 1 1 a を含み、非対象領域を暗部、ハレーション、溝、血管、泡といったカテゴリに分類する。なお、カテゴリとしては、これらのカテゴリの内の 1 つ以上を含んでいれば良く、以下の説明においては全てのカテゴリを含むものとする。

30

#### 【 0 0 8 7 】

一方、分類別周辺領域決定部 4 1 2 は、非対象領域のカテゴリに応じて周辺領域の決定方法を切り替えるカテゴリ切替部 4 1 2 a を含み、非対象領域のカテゴリに応じて設定された方法で周辺領域を決定する。

#### 【 0 0 8 8 】

次に、実施の形態 4 に係る画像処理装置の動作について説明する。実施の形態 4 に係る画像処理装置全体の動作は実施の形態 3 と同様であり、ステップ S 3 0 1 及びステップ S 3 0 2 における周辺領域決定部 4 1 0 の詳細な動作のみが実施の形態 3 とは異なる。以下、実施の形態 4 における周辺領域決定部 4 1 0 の動作を説明する。

40

#### 【 0 0 8 9 】

ステップ S 1 0 2 に続くステップ S 3 0 1 において、分類部 4 1 1 は、注目画素領域内の非対象領域を分類する。より詳細には、カテゴリ分類部 4 1 1 a が、実施の形態 1 と同様にして非対象領域を検出し、その際に、実施の形態 1 において説明した検出方法 ( 1 ) ~ ( 4 ) に応じたラベル情報を、検出した非対象領域内の各画素に付与する。なお、この検出方法別のラベル情報は、ステップ S 1 0 1 において非対象領域検出部 1 1 0 が付与することとしても良い。

さらに、カテゴリ分類部 4 1 1 a は、各画素に付与されたラベル情報を基に、非対象領域を暗部、ハレーション、溝、残渣、泡、血管等のカテゴリに分類する。

50

## 【 0 0 9 0 】

ステップ S 3 0 2 において、分類別周辺領域決定部 4 1 2 は、非対象領域の分類に基づいて、基準面の作成に用いられる周辺領域を決定する。より詳細には、カテゴリ切替部 4 1 2 a が、非対象領域のカテゴリに応じて周辺領域を決定する。

## 【 0 0 9 1 】

具体的には、カテゴリ切替部 4 1 2 a は、非対象領域のカテゴリが暗部、溝、又は残渣である場合、注目画素位置から見て、非対象領域を超えない注目画素領域内の範囲（例えば、図 5 に示す領域 S 1 ）を周辺領域として決定する。これは、暗部、溝、又は残渣といった非対象領域は、隣接する対象領域との間で連続性を示さないからである。

## 【 0 0 9 2 】

一方、カテゴリ切替部 4 1 2 a は、非対象領域のカテゴリが泡、血管、又はハレーションである場合、注目画素領域内の非対象領域を除いた範囲（例えば、図 1 2 に示す非対象領域 A 1 を除く領域）を周辺領域として決定する。これは、泡、血管、ハレーションといった非対象領域は、隣接する対象領域との間で連続性を示すからである。

## 【 0 0 9 3 】

なお、この場合、周辺領域決定部 4 1 0 に変形例 3 - 3 と同様の補正部をさらに設け、泡、血管、又はハレーションに分類された非対象領域のプロファイル情報に対して補正を行っても良い。具体的には、非対象領域の周囲の領域におけるプロファイル情報の平均値や、重み付け平滑化処理や、関数近似処理等により、非対象領域内のプロファイル情報を補間する。この場合、基準面の作成に用いられる周辺領域として、補間された非対象領域を含む注目画素領域全体を設定することができる。

## 【 0 0 9 4 】

以上説明したように、実施の形態 4 によれば、注目画素の周辺の画素を参照することにより外れ値となる画素を検出する際に、本来参照すべき周辺領域の情報のみを利用することができるので、異常部を精度良く検出することが可能となる。

## 【 0 0 9 5 】

また、実施の形態 4 によれば、非対象領域のカテゴリに応じて周辺領域の範囲を決定するので、基準面作成の精度を向上させることができ、異常部の過検出を抑制することが可能となる。

## 【 0 0 9 6 】

以上説明した実施の形態 1 ~ 4 及び変形例に係る画像処理装置は、記録媒体に記録された画像処理プログラムをパーソナルコンピュータやワークステーション等のコンピュータシステムで実行することにより実現することができる。また、このようなコンピュータシステムを、ローカルエリアネットワーク（LAN）、広域エリアネットワーク（WAN）、又は、インターネット等の公衆回線を介して、他のコンピュータシステムやサーバ等の機器に接続して使用しても良い。この場合、実施の形態 1 ~ 3 及び変形例に係る画像処理装置は、これらのネットワークを介して管腔内画像の画像データを取得したり、これらのネットワークを介して接続された種々の出力機器（ビューアやプリンタ等）に画像処理結果を出力したり、これらのネットワークを介して接続された記憶装置（記録媒体及びその読取装置等）に画像処理結果を格納するようにしても良い。

## 【 0 0 9 7 】

なお、本発明は、実施の形態 1 ~ 4 及び変形例に限定されるものではなく、各実施の形態や変形例に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成できる。例えば、各実施の形態や変形例に示される全構成要素からいくつかの構成要素を除外して形成しても良いし、異なる実施の形態や変形例に示した構成要素を適宜組み合わせ形成しても良い。

## 【 符号の説明 】

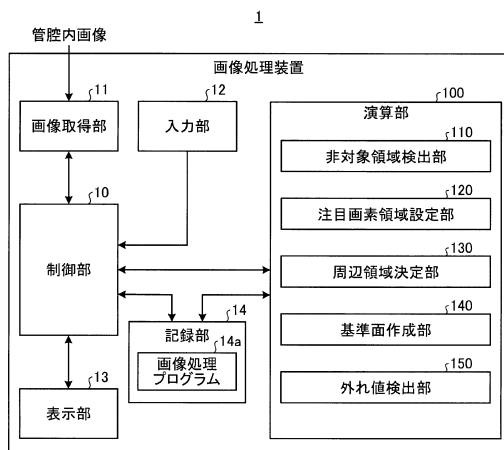
## 【 0 0 9 8 】

- 1 画像処理装置
- 1 0 制御部

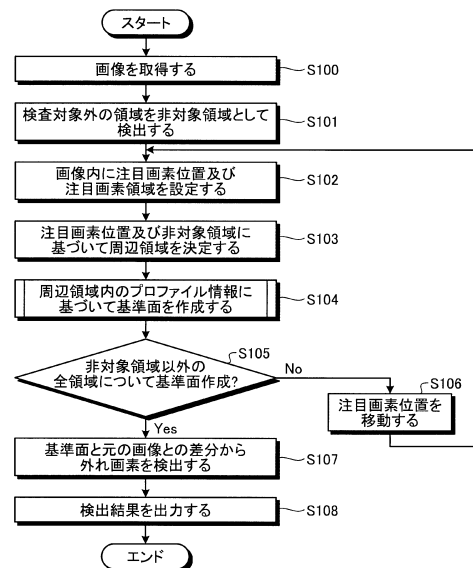
- 1 1 画像取得部
- 1 2 入力部
- 1 3 表示部
- 1 4 記録部
- 1 4 a 画像処理プログラム
- 1 0 0、3 0 0、4 0 0 演算部
- 1 1 0 非対象領域検出部
- 1 2 0 注目画素領域設定部
- 1 3 0、3 2 0、3 1 0、4 1 0 周辺領域決定部
- 1 4 0 基準面作成部
- 1 5 0 外れ値検出部
- 3 1 1、4 1 1 分類部
- 3 1 2、4 1 2 分類別周辺領域決定部
- 3 1 1 a 連続性判定部
- 3 1 2 a 連続性切替部
- 3 2 1 補正部
- 4 1 1 a カテゴリ分類部
- 4 1 2 a カテゴリ切替部

10

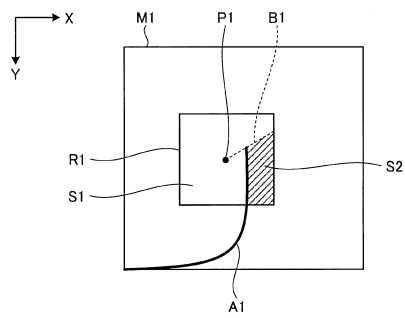
【図 1】



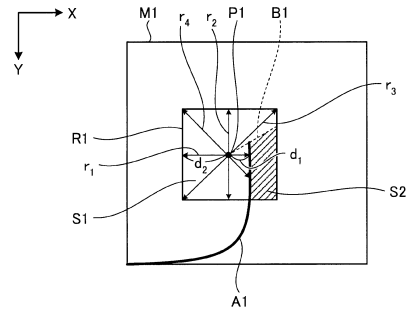
【図 2】



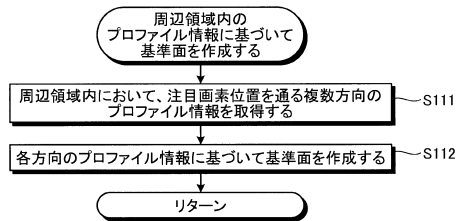
【図 3】



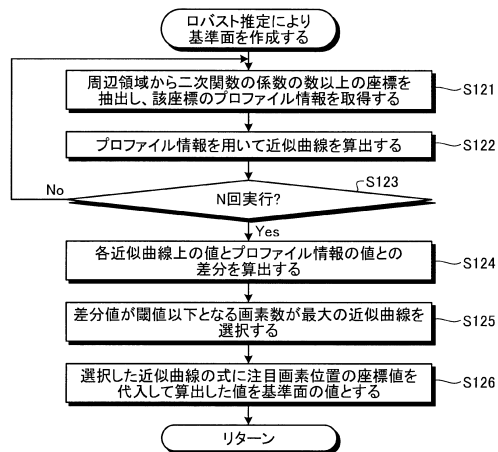
【図 5】



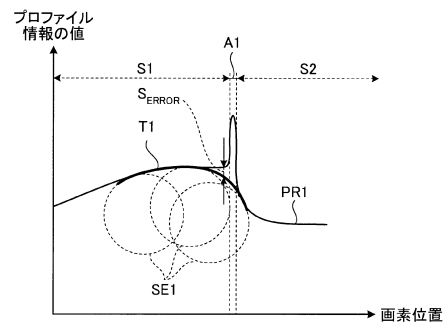
【図 4】



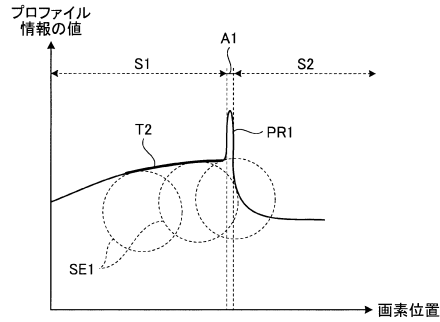
【図 6】



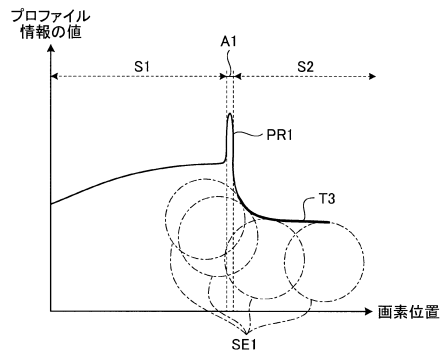
【図 7】



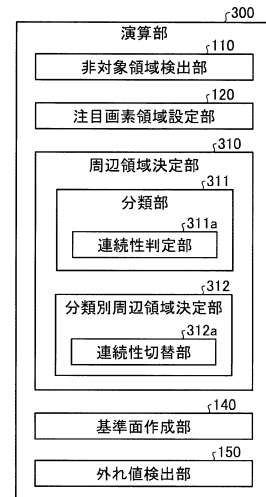
【 図 8 A 】



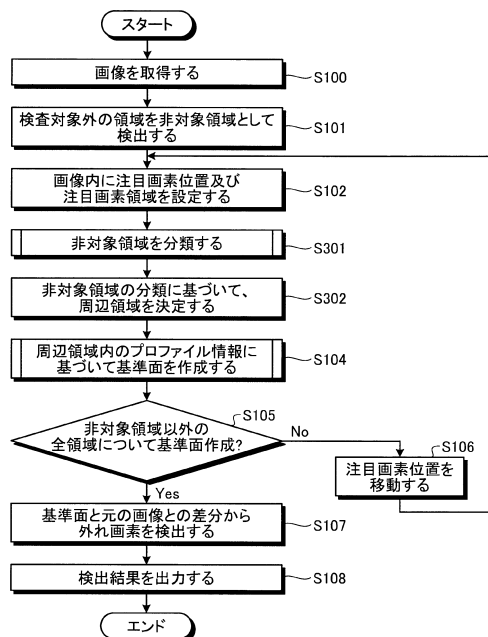
【 図 8 B 】



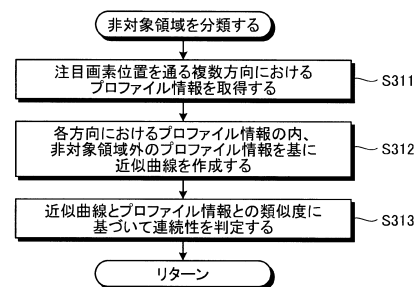
【 図 9 】



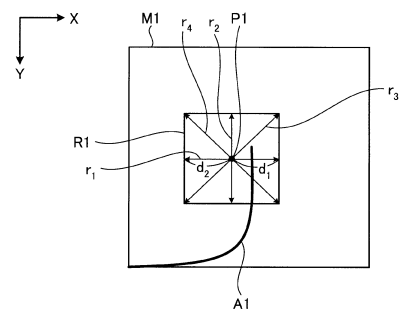
【 図 1 0 】



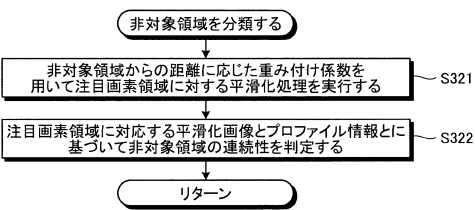
【 図 1 1 】



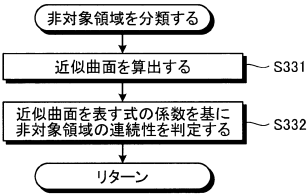
【 図 1 2 】



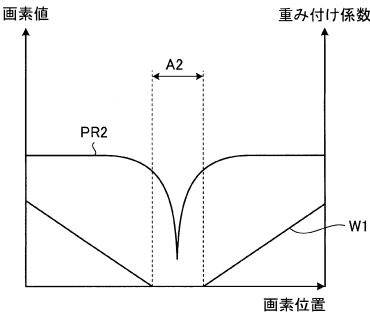
【図 1 3】



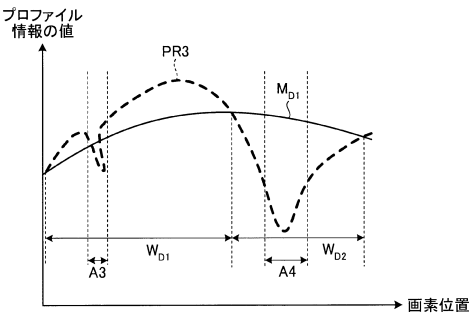
【図 1 5】



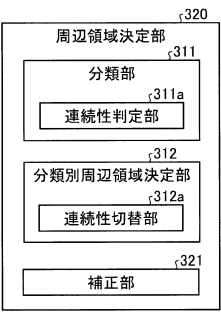
【図 1 4】



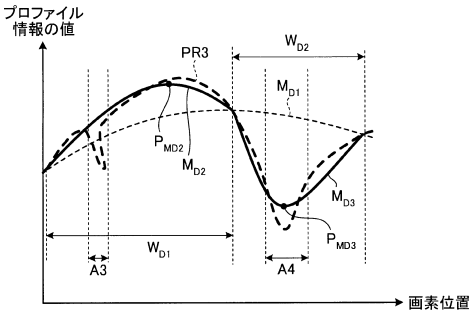
【図 1 6 A】



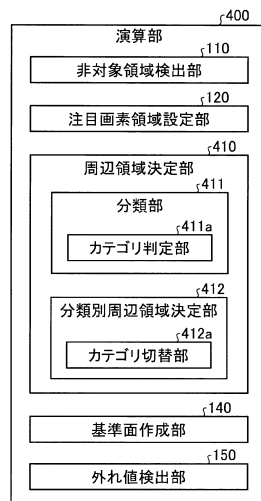
【図 1 7】



【図 1 6 B】



【図 18】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 松田 岳博  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリパス株式会社内
- (72)発明者 弘田 昌士  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリパス株式会社内

審査官 松谷 洋平

- (56)参考文献 特開2008-093172(JP,A)  
特開2010-187756(JP,A)  
特開2008-307229(JP,A)  
特開2007-244519(JP,A)  
特開2011-024628(JP,A)  
特開2006-288879(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |         |         |
|---------|---------|
| A 61 B  | 1 / 0 4 |
| A 61 B  | 1 / 0 0 |
| G 0 6 T | 1 / 0 0 |