(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2007 年12 月6 日 (06.12.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/138792 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/057924

(22) 国際出願日: 2007 年4 月10 日 (10.04.2007)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2006-147316 2006 年5 月26 日 (26.05.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリンパス株式会社 (**OLYMPUS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 神田 大和 (**KANDA, Yamato**) [JP/JP]; 〒1510072 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 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明 (**SAKAI, Hiroaki**); 〒1006019 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

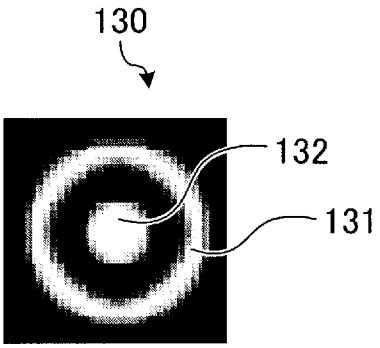
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) **Title:** IMAGE PROCESSING DEVICE AND IMAGE PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置及び画像処理プログラム



(57) **Abstract:** A bubble region which is a factor of accuracy degradation of organ judgment and lesion detection can be detected from body cavity image. The edge intensities of the pixels of an image are computed by an edge intensity computing section (101). The value of the correlation between the computed edge intensities and the bubble model preset according to the feature of the bubble image is computed by a correlation value computing section (102). The bubble region in the image is detected according to the computed correlation value by a bubble region detecting section (103), thereby adequately detecting the bubble region in the body cavity image.

(57) 要約: 臓器判定や患部検出の精度低下の要因となる泡領域を、体腔内画像より検出できるようにすることを課題とし、画像内の画素のエッジ強度をエッジ強度算出部１０１で算出し、エッジ強度算出部１０１で算出されたエッジ強度と泡画像の特徴を基に予め設定された泡モデルとの相関値を相関値算出部１０２で算出し、相関値算出部１０２で算出された相関値に基づき画像内の泡領域を泡領域検出部１０３で検出することで、体腔内画像内の泡領域を適正に検出できるようにした。

WO 2007/138792 A1

明 細 書

画像処理装置及び画像処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像内の泡領域を検出する画像処理装置及び画像処理プログラム、特に、体腔内を撮像した画像における泡領域を検出する画像処理装置及び画像処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、体腔内画像における画像処理として、カプセル型内視鏡画像の平均色情報を基に臓器を判定する処理を開示している。具体的には、時系列の連続画像として取り込まれるカプセル型内視鏡画像の各画像において、画素の赤色レベルの画像内平均値、及び画素の青色レベルの画像内平均値を算出し、この値を時系列方向に平滑化した後、各色レベルの変化量が所定以上となる変色エッジ位置を検出して、臓器の切り替わりを判定している。

[0003] また、特許文献2は、カプセル型内視鏡画像内の各画素の色情報を基に患部領域を検出する処理を開示している。具体的には、画像内の各画素又は平均化した画素値を、その色情報に基づく特徴空間に写像し、特徴空間内でクラスタリングした後に正常粘膜クラスタと患部クラスタを特定し、患部クラスタに属する画素領域を患部として検出している。

[0004] 特許文献1:特開2004－337596号公報

特許文献2:特開2005－192880号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、カプセル型内視鏡が撮像する体腔内には、気泡(以下、単に「泡」という)が存在するため、体腔内画像には粘膜と同時に泡が撮像される場合がよくある。泡が画像内に存在する場合、特許文献1で算出している各色レベルの画像内平均値は、泡の影響により、本来の粘膜の色レベルを十分に反映した値とならない。このため、臓器判定精度が低下してしまう。

[0006] また、泡領域の画素は、色情報に基づく特徴空間内にて非常に幅広い分布となり、正常粘膜や患部の分布と重なる。このため、特許文献2においても、泡領域の画素情報を含めて患部検出を行う場合、検出精度が低下してしまう。

[0007] いずれの場合にも、体腔内画像において泡領域を検出することができれば、泡領域内の画素を無効な画素として後段の処理から除外することで、臓器判定や患部検出の精度低下を抑制できる。しかしながら、これまで体腔内画像より泡領域を検出するという課題に対し、有効な解決策が見出されていない現状にある。

[0008] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、臓器判定や患部検出の精度低下の要因となる泡領域を、体腔内画像より検出することができる画像処理装置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

[0009] 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、画像内の画素のエッジ強度を算出するエッジ強度算出手段と、算出されたエッジ強度と泡画像の特徴を基に予め設定された泡モデルとの相関値を算出する相関値算出手段と、算出された相関値を基に泡領域を検出する泡領域検出手段と、を備えることを特徴とする。

[0010] また、本発明に係る画像処理装置は、上記発明において、前記相関値算出手段は、複数種類の泡モデルとの相関値を算出し、前記泡領域検出手段は、算出された複数種類の泡モデルとの相関値を基に泡領域を検出することを特徴とする。

[0011] また、本発明に係る画像処理装置は、上記発明において、画像内のエッジに基づき画像を領域分割する領域分割手段を更に備え、前記泡領域検出手段は、相関値及び領域分割結果を基に、泡領域を検出することを特徴とする。

[0012] また、本発明に係る画像処理装置は、上記発明において、前記泡モデルは、弧形状の輝度構造部を有するテンプレートパターンであることを特徴とする。

[0013] また、本発明に係る画像処理装置は、上記発明において、前記泡モデルは、リング形状の輝度構造部を有するテンプレートパターンであることを特徴とする。

[0014] また、本発明に係る画像処理装置は、上記発明において、前記泡モデルは、リング形状の高輝度構造部とリング形状の内部に位置する高輝度構造部とを有するテンプ

レートパターンであることを特徴とする。

[0015] また、本発明に係る画像処理装置は、上記発明において、前記エッジ強度算出手段は、方向別の2次微分処理を用いてエッジ強度を算出することを特徴とする。

[0016] また、本発明に係る画像処理装置は、上記発明において、前記泡領域検出手段の検出結果に対し、モルフォロジ処理を行うモルフォロジ処理手段を更に備えることを特徴とする。

[0017] また、本発明に係る画像処理装置は、上記発明において、前記画像は、体腔内を撮像した画像であることを特徴とする。

[0018] また、本発明に係る画像処理プログラムは、画像内の泡領域を検出する処理を画像処理装置に実行させる画像処理プログラムであって、前記画像処理装置に、画像内の画素のエッジ強度を算出するエッジ強度算出手順と、算出されたエッジ強度と泡画像の特徴を基に予め設定された泡モデルの相関値を算出する相関値算出手順と、算出された相関値を基に泡領域を検出する泡領域検出手順と、を実行させることを特徴とする。

[0019] また、本発明に係る画像処理プログラムは、上記発明において、前記相関値算出手順は、複数種類の泡モデルとの相関値を算出し、前記泡領域検出手順は、算出された複数種類の泡モデルとの相関値を基に泡領域を検出することを特徴とする。

[0020] また、本発明に係る画像処理プログラムは、上記発明において、前記画像処理装置に、画像内のエッジに基づき画像を領域分割する領域分割手順を更に実行させ、前記泡領域検出手順は、相関値及び領域分割結果を基に、泡領域を検出することを特徴とする。

[0021] また、本発明に係る画像処理プログラムは、上記発明において、相関値の算出に用いる前記泡モデルは、弧形状の輝度構造部を有するテンプレートパターンであることを特徴とする。

[0022] また、本発明に係る画像処理プログラムは、上記発明において、相関値の算出に用いる前記泡モデルは、リング形状の輝度構造部を有するテンプレートパターンであることを特徴とする。

[0023] また、本発明に係る画像処理プログラムは、上記発明において、相関値の算出に

用いる前記泡モデルは、リング形状の高輝度構造部とリング形状の内部に位置する高輝度構造部とを有するテンプレートパターンであることを特徴とする。

[0024] また、本発明に係る画像処理プログラムは、上記発明において、前記エッジ強度算出手順は、方向別の2次微分処理を用いてエッジ強度を算出することを特徴とする。

[0025] また、本発明に係る画像処理プログラムは、上記発明において、前記画像処理装置に、前記泡領域検出手順の検出結果に対し、モルフォロジ処理を行うモルフォロジ処理手順を更に実行させることを特徴とする。

[0026] また、本発明に係る画像処理プログラムは、上記発明において、前記画像は、体腔内を撮像した画像であることを特徴とする。

発明の効果

[0027] 本発明に係る画像処理装置及び画像処理プログラムによれば、画像内の画素のエッジ強度を算出し、算出されたエッジ強度と泡画像の特徴を基に予め設定された泡モデルとの相関値を算出し、算出された相関値に基づき画像内の泡領域を検出するようにしたので、画像内の泡領域を適正に検出することができるという効果を奏する。

[0028] また、本発明に係る画像処理装置及び画像処理プログラムによれば、算出されたエッジ強度と泡モデルとの相関値に加えて、画像内のエッジに基づき画像を領域分割した領域分割結果に基づいて画像内の泡領域を検出するようにしたので、泡の輪郭エッジに一致する、より正確な泡領域の検出が可能になり、適正な患部検出等に役立てることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図1は、本発明の実施の形態1の画像処理装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図2]図2は、カプセル型内視鏡等により撮像された泡を含む体腔内画像例を示す図である。

[図3]図3は、本実施の形態1の画像処理装置の演算部により実行される処理の流れを示す概略フローチャートである。

[図4]図4は、エッジ強度算出における2次微分算出の方向を示す説明図である。

[図5-1]図5－1は、泡部分の画像例を示す図である。

[図5-2]図5－2は、図5－1の泡部分の画像中のA－A´部分の画素値変化を示す図である。

[図6]図6は、エッジ強度算出の結果例を示す図である。

[図7]図7は、泡モデルの一例を示す図である。

[図8]図8は、泡モデル作成のための基本図形例を示す図である。

[図9-1]図9－1は、泡モデルの変形例を示す図である。

[図9-2]図9－2は、泡モデルの変形例を示す図である。

[図9-3]図9－3は、泡モデルの変形例を示す図である。

[図9-4]図9－4は、泡モデルの変形例を示す図である。

[図10]図10は、図6に示したエッジ強度算出の結果例と、図7に示した泡モデルとの間の相関値算出の結果を示す図である。

[図11]図11は、図6に示したエッジ強度算出の結果例に対して、複数種類の泡モデルを用いた相関値算出結果の一例を示す図である。

[図12]図12は、相関値に基づく泡領域の検出結果を示す図である。

[図13]図13は、本発明の実施の形態2の画像処理装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図14]図14は、実施の形態2の画像処理装置の演算部により実行される処理の流れを示す概略フローチャートである。

[図15]図15は、座標(x1, y1)で示される或る注目画素Tから座標(x4, y4)で示される極値画素Mまでの走査例を示す模式図である。

[図16]図16は、図2に示した体腔内画像に対して領域分割部で領域分割を行った結果例を示す図である。

[図17]図17は、泡領域検出部による検出結果を示す図である。

[図18]図18は、膨張処理を説明するための図である。

[図19]図19は、収縮処理を説明するための図である。

[図20]図20は、closing処理を説明するための図である。

[図21]図21は、図17に示した泡領域検出結果に対して、円形構造要素によるclosing処理を行った結果例を示す図である。

符号の説明

[0030] 101 エッジ強度算出部

102 相関値算出部

103 泡領域検出部

130 泡モデル

131, 132 高輝度構造部

133, 135 泡モデル

136a, 136b 弧形状の輝度構造部

137 泡モデル

138a, 138b 弧形状の輝度構造部

140 泡モデル

201 エッジ強度算出部

202 相関値算出部

203 領域分割部

204 泡領域検出部

205 モルフォロジ処理部

発明を実施するための最良の形態

[0031] 本発明を実施するための最良の形態について図面を参照して説明する。以下に説明する本実施の形態では、カプセル型内視鏡等により撮像して得られた体腔内画像より泡領域を検出する画像処理装置を示す。なお、通常カプセル型内視鏡等により撮像される体腔内画像は、各画素位置においてR(赤), G(緑), B(青)の各色に対する画素レベル(画素値)を持つカラー画像である。しかし、本実施の形態での体腔内画像とは、上記のカラー画像を既に公知の変換により、輝度(YCbCr変換)、明度(HSI変換)等の濃淡画像へ変換したものとする。変換に関しては、泡部分の画像情報が失われないほど良いが、通常、色素や染色剤等を使用しない場合の体腔内画像の色調変化は、血液中のヘモグロビンの吸収帯域(波長)に最も依存し、構造情報は一般にG成分に多く含まれることが知られているため、単にカラー画像のうちのG成分を濃淡画像としても良い。

[0032] （実施の形態1）

図1は、本実施の形態1の画像処理装置の構成を示す概略ブロック図であり、図2は、カプセル型内視鏡等により撮像された泡を含む体腔内画像例を示す図である。本実施の形態1の画像処理装置100は、体腔内を撮像して得られた図2に示すような体腔内画像内の画素のエッジ強度を算出するエッジ強度算出部101と、算出されたエッジ強度と泡画像の特徴を基に予め設定された泡モデルとの相関値を算出する相関値算出部102と、算出された相関値を基に画像内の泡領域を検出する泡領域検出部103とを備えるマイクロコンピュータ構成の演算部110と、取得した体腔内画像及び各部で利用するデータを保存するメモリ120とから構成されている。なお、処理対象の体腔内画像を画像処理装置100に入力するための構成や、出力後の泡領域検出結果を処理する構成に関しては、本実施の形態では特に限定しない。

[0033] 図3は、本実施の形態1の画像処理装置100の演算部110により実行される処理の流れを示す概略フローチャートである。以下、図1に示した構成と対比しながら、画像処理手順について説明する。

[0034] まず、演算部110は、処理対象となる体腔内画像を取得する（ステップS101）。次に、エッジ強度算出部101は、取得した体腔内画像の画素のエッジ強度を算出する（ステップS102）。エッジ強度の算出には様々な方法があるが、ここでは方向別の2次微分処理を用いる方法を示す。図4は、エッジ強度算出における2次微分算出の方向を示す説明図である。まず、体腔内画像の画素(x, y)に対して、式（1）～式（4）に従い、図4に示すような、水平方向の2次微分dH、垂直方向の2次微分dV、斜め1方向の2次微分dD1、斜め2方向の2次微分dD2を算出する。

[0035] $dH(x, y)=P(x, y)-0.5\times(P(x-r, y)+P(x+r, y))\cdots\cdots(1)$

$dV(x, y)=P(x, y)-0.5\times(P(x, y-r)+P(x, y+r))\cdots\cdots(2)$

$dD1(x, y)$

$=P(x, y)-0.5\times(P(x-r', y+r')+P(x+r', y-r'))$

ただし、r´はr／$(2^{0.5})$を四捨五入した整数

$\cdots\cdots(3)$

$dD2(x, y)$

$$=P(x, y)-0.5\times(P(x-r', y-r')+P(x+r', y+r'))$$

ただし、r´はr／($2^{0.5}$)を四捨五入した整数

……(4)

[0036] なお、P(x, y)は、体腔内画像の座標(x, y)の画素値であり、rは2次微分算出時の画素範囲を示すパラメータ(整数)である。パラメータrの値を小さくすれば高周波なエッジ成分を、パラメータrの値を大きくすれば低周波なエッジ成分を算出することができる。なお、パラメータrは、事前に静的に設定してもよいし、画像等を基に動的に設定してもよい。また、外部より与えて処理する構成としてもよい。

[0037] 次に、式(5)に従い、方向別の2次微分算出結果のプラス側の最大値を算出し、画素におけるエッジ強度Eとする。

$$E(x, y)$$

$$=\max(0, dH(x, y), dV(x, y), dD1(x, y), dD2(x, y)) \cdots\cdots(5)$$

[0038] 以上の処理により、パラメータrで指定した範囲における画素値変化が、水平、垂直、斜め1、斜め2のいずれかの方向において凸となる部分のエッジ強度が大きくなるようなエッジ強度算出が行われる。図5－1に示すような泡部分の画像中のA－A´部分の画素値変化を図5－2に示す。図5－2に示すような泡の画像の特徴によれば、体腔内画像における泡では、泡の輪郭部及び泡の内部に撮像のための照明反射による凸エッジが存在する。このため上記の処理により、他の体腔内構造に起因する画素値変化を抑えながら、泡構造の特徴を反映したエッジ強度を得ることが可能となる。図6に、図2に示した体腔内画像に対してエッジ強度算出を行った結果例を示す。

[0039] 以上、本実施の形態1では体腔内画像に対する方向別2次微分によるエッジ強度算出法を示したが、エッジ強度算出の方法は、体腔内画像を照明・撮像する照明系や撮像系に応じて他の方法に変更しても良い。例えば、既に公知である1次微分フィルタ(プリューウィットフィルタ、ソーベルフィルタ等)や、2次微分フィルタ(ラプラシアンフィルタ、LOG(Laplacian of Gaussian)フィルタ等)を用いて空間フィルタリングを行うことでも算出できる(参考文献:CG－ARTS協会:ディジタル画像処理:114p、エッジ抽出)。

[0040] 次に、相関値算出部102は、エッジ強度算出部101で算出されたエッジ強度と泡

モデルとの相関値を算出する(ステップS103)。ここで、泡モデルとは、泡画像の特徴、例えば、カプセル型内視鏡の照明・撮像系により得られる体腔内画像における泡画像では、泡の輪郭部及び泡の内部に照明反射による弧形状の凸エッジが存在するという特徴に基づき設定されたものであり、図7に示すようなリング形状の高輝度構造部131とリング形状の内部に位置する高輝度構造部132とを有するテンプレートパターンである。泡モデルの作成方法は様々であるが、例えば、図8に示すような低輝度の背景部分と高輝度の構造部分とからなる基本図形を作成し、平滑化フィルタ(ガウシアンフィルタ等)による空間フィルタリングを行うことで作成できる。なお、図8に示す泡モデル作成のための基本図形例において、高輝度構造部131, 132の半径R1, R2及び高輝度構造部131の幅tは、図形サイズに関するパラメータであり、事前に静的に設定してもよいし、画像等を基に動的に設定してもよい。また、外部より与えて処理する構成としてもよい。平滑化の程度を調整するパラメータに関しても同様である。

[0041] 泡モデルに関しては、検出すべき体腔内画像における泡画像の特徴を考慮した場合、弧形状の集合が泡画像となるので、少なくとも弧形状の輝度構造部を有することが重要であり、図7に示すような泡モデル130に限らず、例えば図9－1～図9－4に示すような泡モデル等を用いても良い。図9－1の泡モデル133は、やや楕円形状となる扁平なリング形状の輝度構造部134を有する。図9－2の泡モデル135は、対をなす2つの弧形状の輝度構造部136a, 136bを有する。図9－3の泡モデル137は、対をなす2つの弧形状の輝度構造部138a, 138bとその内部に位置する高輝度構造部139とを有する。図9－4の泡モデル140は、対をなす2つの弧形状の輝度構造部141a, 141bとその内部に位置して対をなす2つの高輝度構造部142a, 142bとを有する。

[0042] ここで、エッジ強度と泡モデルとの相関の算出に関しては、式(6)に示すように、エッジ強度と泡モデルとをフーリエ変換により周波数空間に変換し、互いの積をとってフーリエ逆変換することで実現できる。

$$C=F^{-1}\{F\{E\}\times F\{R\{a\}\}\} \quad \cdots\cdots(6)$$

ただし、C:相関値、E:エッジ強度、a:泡モデル、F{}:フーリエ変換、F^{-1}{}:フーリ

エ逆変換、R{}:180度回転である。

[0043] 図10は、図6に示したエッジ強度算出の結果例と、図7に示した泡モデル130との間の相関値算出の結果を示す図である。なお、相関値算出部102による本処理は、エッジ強度と泡モデルとの類似性を、相関値として算出していることに他ならないため、テンプレートマッチングの手法として既に公知である他の類似度算出法(SAD:差分絶対値和、SSD:差分2乗和など)を利用しても良い(参考文献:CG－ARTS協会:ディジタル画像処理:203p、類似度)。

[0044] また、本実施の形態1では、1つの泡モデルとの相関を求める例を示したが、サイズ、形状の異なる複数種類の泡モデルを予め設定しておき、各泡モデルとエッジ強度との相関値を算出した後、各画素位置毎に最大の相関値を得ることで、より多様な泡の種類に対応することができる。図11は、図6に示したエッジ強度算出の結果例に対して、複数種類の泡モデルを用いた相関値算出結果の一例を示す図である。

[0045] 次に、泡領域検出部103は、相関値算出部102で算出された相関値を基に体腔内画像中の泡領域を検出する(ステップS104)。泡の特徴を示す泡モデルとの相関が高い部分は、泡領域に属する可能性が高い。そこで、泡領域検出部103では、所定の閾値を設定し、この閾値より高い相関値を持つ部分を体腔内画像中で泡領域として検出する。図12は、相関値に基づく泡領域の検出結果を示す図であり、白抜き部分が泡領域として検出された部分である。

[0046] 最後に、演算部110は、泡領域検出部103が検出した泡領域の情報を出力し(ステップS105)、画像処理装置100での処理は終了する。

[0047] 上述したような本実施の形態1の画像処理装置100によれば、体腔内画像内の画素のエッジ強度を算出し、算出されたエッジ強度と泡画像の特徴を基に予め設定された泡モデルとの相関値を算出し、算出された相関値に基づき体腔内画像内の泡領域を検出するようにしたので、体腔内画像内の泡領域を適正に検出することができる。よって、カプセル型内視鏡等で撮像された体腔内画像中で泡領域内の画素を無効な画素として後の画像処理の対象から除外することで、体腔内画像における臓器判定や患部検出などの検出精度の低下を抑制することが可能となる。

[0048] (実施の形態2)

図13は、本発明の実施の形態2の画像処理装置の構成を示す概略ブロック図である。本実施の形態2の画像処理装置200は、実施の形態1の画像処理装置100におけるエッジ強度算出部101、相関値算出部102と、それぞれ同一の機能を有するエッジ強度算出部201、相関値算出部202と、体腔内画像内のエッジに基づき体腔内画像を領域分割する領域分割部203と、相関値算出部202により算出された相関値及び領域分割部203で分割された領域分割結果を基に体腔内画像中から泡領域を検出する泡領域検出部204と、泡領域検出部204による泡領域検出結果に対してモルフォロジ処理を行うモルフォロジ処理部205と、を備えるマイクロコンピュータ構成の演算部210と、取得した体腔内画像及び各部で利用するデータを保存するメモリ220とから構成されている。なお、処理対象の体腔内画像を画像処理装置200に入力するための構成や、出力後の泡領域検出結果を処理する構成に関しては、実施の形態1の場合と同様、本発明では特に限定しない。

[0049] 図14は、本実施の形態2の画像処理装置200の演算部210により実行される処理の流れを示す概略フローチャートである。なお、処理ステップS201～S203に関しては、実施の形態1での処理ステップS101～S103と同様である。以下、処理ステップS204～S207に関して、図13に示す構成と対比しながら説明する。

[0050] 領域分割部203は、体腔内画像内のエッジに基づき体腔内画像を領域分割する(ステップS204)。領域分割の手法には、本願出願人による特願2005－24511に示す領域分割の手法を用いる。手順としては、まず、体腔内画像に対して、ノイズ除去を目的とする平滑化処理を行った後、各画素における画素値の勾配方向を求める。このとき勾配方向は近傍画素との輝度差が最小(負の値が最大)となる方向とする。次に、各画素が画素値の勾配方向に沿って到達する極値画素を求め、近接する極値画素に到達した各画素が同一の領域となるように画像を領域分割する。図15は、座標(x1, y1)で示される或る注目画素Tから座標(x4, y4)で示される極値画素Mまでの走査例を示す模式図である。また、図16は、図2に示したような体腔内画像に対して領域分割部203で領域分割を行った結果例を示す図である。

[0051] なお、他の領域分割の方法として、例えば分水嶺(watershed)アルゴリズム(参考:Luc Vincent and Pierre Soille. Watersheds

in digital spaces:An efficient algorithm based on immersion simulations. Transactionson Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.13, No.6, pp.583-598,June 1991.)を用いる方法もある。分水嶺アルゴリズムは、画像の画素値情報を高度とみなした地形において水を満たしていく際に、異なる窪みに溜まる水の間で境界ができるように画像を分割していく方法である。このため、体腔内画像に対し、適当な平滑化を行った後に、分水嶺アルゴリズムを実行することにより、図16に示す結果と類似した領域分割結果を得ることが可能である。

[0052] 次に、泡領域検出部204は、相関値算出部202により算出された相関値及び領域分割部203で分割された領域分割結果を基に体腔内画像中から泡領域を検出する(ステップS205)。実際には、まず領域分割結果の各領域毎に相関値の平均値を求める。泡領域に属する領域では、高い相関値が得られるため、所定の閾値を設定し、この閾値より高い平均相関値となる領域を泡領域として検出する。図17は、泡領域検出部204による検出結果を示す図である。図17から確認できるように、領域分割部203により領域分割された結果を利用することにより、泡領域の境界が体腔内画像での泡の輪郭エッジと一致し、より正確な泡領域の境界を得ることができる。

[0053] ここで、図17中のA部、B部に示すように、ノイズなどの影響で部分的に適切な境界が得られない場合もある。また、図12に示した実施の形態1の泡領域検出結果のように、領域内部に孔が存在したり、泡領域でない細かな領域が存在する場合もある。そこでモルフォロジ処理部205は、モルフォロジ処理(参考文献:コロナ社:モルフォロジー:小畑秀文著)により、これらノイズによる泡領域の形状の不整を整える(ステップS206)。モルフォロジ処理の基本は、膨張(dilation)、収縮(erosion)の2つの処理であり、それぞれ対象領域に対して構造要素と呼ばれる基準図形(基準画像)を用いて処理する。各処理の内容は以下の通りである。

膨張(dilation):構造要素Bの原点を対象領域A内で平行移動させた際に構造要素Bが覆う領域を出力する(図18参照)。

収縮(erosion):構造要素Bを対象領域A内で平行移動した際に構造要素Bの原点が覆う領域を出力する(図19参照)。

[0054] これら2つの処理の組合せからなる処理として、closing(対象領域に対してdilation

を行った後、erosionを行う:図20参照)と、opening(対象領域に対してerosionを行った後、dilationを行う)とがある。結果的には以下の処理内容となる。

closing:構造要素Bを対象領域Aの外側から外接させて移動した際に構造要素Bが囲む領域を出力する(図20参照)。

opening:構造要素Bを対象領域Aの内側から内接させて移動した際に構造要素Bが囲む領域を出力する。

[0055] これらの処理を検出した泡領域に対して行うことにより、形状の不整を整えることができる。図21は、図17に示した泡領域検出結果に対して、円形構造要素によるclosing処理を行った結果例を示す図である。図17中のA部、B部の形状が整えられている様子が確認できる。領域内の孔を除去するためにはclosing処理を、泡領域外の細かなノイズ領域を除去するためにはopening処理を、検出した泡領域より少し広めの領域を得るためにdilation処理を、というようにモルフォロジ処理部205は、用途によって様々なモルフォロジ処理を行う。

[0056] 最後に、演算部210は、整えられた泡領域情報を出力し(ステップS207)、画像処理装置200での処理は終了する。

[0057] 上述したような本実施の形態2の画像処理装置200によれば、算出されたエッジ強度と泡モデルとの相関値に加えて、体腔内画像内のエッジに基づき体腔内画像を領域分割した領域分割結果に基づいて、画像内の泡領域を検出するので、泡の輪郭エッジに一致する、より正確な泡領域の検出が可能になる。よって、患部の近傍に泡領域が存在するような場合でも、患部を含めて泡領域として検出してしまうことがなく、より適正な患部検出等に役立てることができる。

[0058] なお、前述のエッジ強度算出部101, 201、相関値算出部102, 202、領域分割部203、泡領域検出部103, 204、モルフォロジ処理部205の各部による図3、図14等に示す処理手順は、あらかじめ用意された画像処理プログラムをパーソナルコンピュータなどのコンピュータで構成された画像処理装置に実行させることにより実現するようにしてもよい。この画像処理プログラムは、インターネットなどのネットワークを介して配布することもできる。また、この画像処理プログラムは、ハードディスク、FD、CD－ROM、MO、DVDなどのコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、コ

ンピュータによって記録媒体から読み出されることにより実行することもできる。

産業上の利用可能性

[0059] 以上のように、本発明にかかる画像処理装置及び画像処理プログラムは、画像内の泡領域を検出するのに有用であり、特に、体腔内を撮像した画像における泡領域を検出するのに適している。

請求の範囲

[1] 画像内の画素のエッジ強度を算出するエッジ強度算出手段と、

算出されたエッジ強度と泡画像の特徴を基に予め設定された泡モデルとの相関値を算出する相関値算出手段と、

算出された相関値を基に泡領域を検出する泡領域検出手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

[2] 前記相関値算出手段は、複数種類の泡モデルとの相関値を算出し、

前記泡領域検出手段は、算出された複数種類の泡モデルとの相関値を基に泡領域を検出することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

[3] 画像内のエッジに基づき画像を領域分割する領域分割手段を更に備え、

前記泡領域検出手段は、相関値及び領域分割結果を基に、泡領域を検出することを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理装置。

[4] 前記泡モデルは、弧形状の輝度構造部を有するテンプレートパターンであることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の画像処理装置。

[5] 前記泡モデルは、リング形状の輝度構造部を有するテンプレートパターンであることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の画像処理装置。

[6] 前記泡モデルは、リング形状の高輝度構造部とリング形状の内部に位置する高輝度構造部とを有するテンプレートパターンであることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の画像処理装置。

[7] 前記エッジ強度算出手段は、方向別の2次微分処理を用いてエッジ強度を算出することを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載の画像処理装置。

[8] 前記泡領域検出手段の検出結果に対し、モルフォロジ処理を行うモルフォロジ処理手段を更に備えることを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載の画像処理装置。

[9] 前記画像は、体腔内を撮像した画像であることを特徴とする請求項1～8のいずれか一つに記載の画像処理装置。

[10] 画像内の泡領域を検出する処理を画像処理装置に実行させる画像処理プログラムであって、

前記画像処理装置に、

画像内の画素のエッジ強度を算出するエッジ強度算出手順と、

算出されたエッジ強度と泡画像の特徴を基に予め設定された泡モデルの相関値を算出する相関値算出手順と、

算出された相関値を基に泡領域を検出する泡領域検出手順と、

を実行させることを特徴とする画像処理プログラム。

[11] 前記相関値算出手順は、複数種類の泡モデルとの相関値を算出し、

前記泡領域検出手順は、算出された複数種類の泡モデルとの相関値を基に泡領域を検出することを特徴とする請求項10に記載の画像処理プログラム。

[12] 前記画像処理装置に、画像内のエッジに基づき画像を領域分割する領域分割手順を更に実行させ、

前記泡領域検出手順は、相関値及び領域分割結果を基に、泡領域を検出することを特徴とする請求項10又は11に記載の画像処理プログラム。

[13] 相関値の算出に用いる前記泡モデルは、弧形状の輝度構造部を有するテンプレートパターンであることを特徴とする請求項10～12のいずれか一つに記載の画像処理プログラム。

[14] 相関値の算出に用いる前記泡モデルは、リング形状の輝度構造部を有するテンプレートパターンであることを特徴とする請求項10～12のいずれか一つに記載の画像処理プログラム。

[15] 相関値の算出に用いる前記泡モデルは、リング形状の高輝度構造部とリング形状の内部に位置する高輝度構造部とを有するテンプレートパターンであることを特徴とする請求項10～12のいずれか一つに記載の画像処理プログラム。

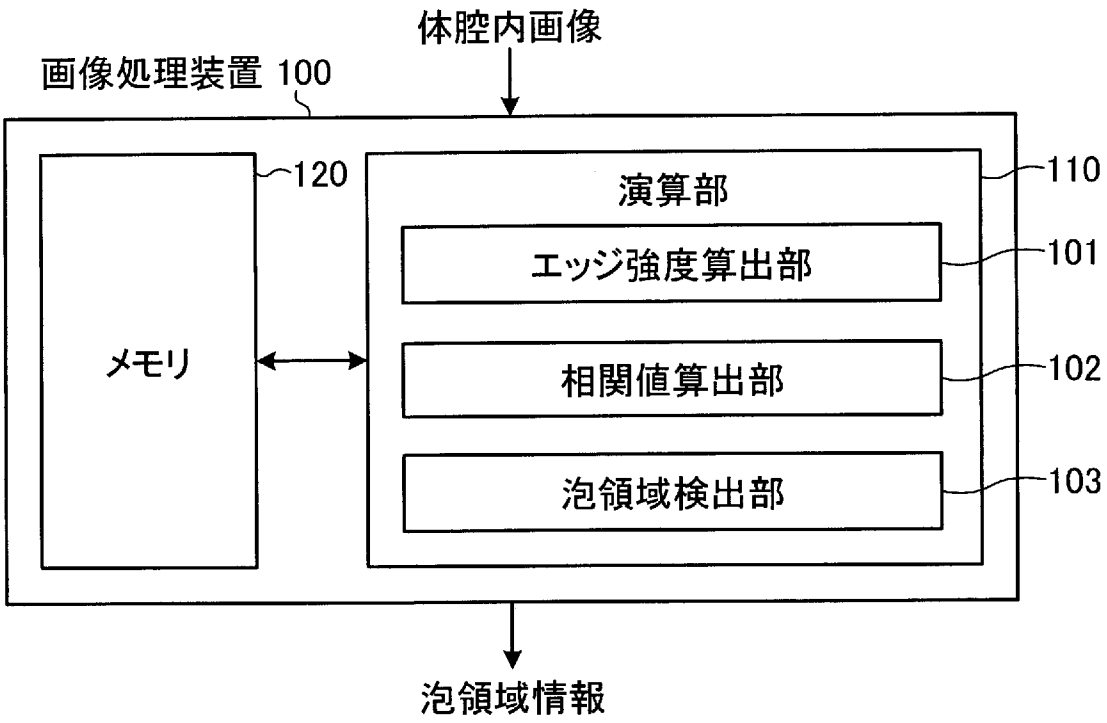
[16] 前記エッジ強度算出手順は、方向別の2次微分処理を用いてエッジ強度を算出することを特徴とする請求項10～15のいずれか一つに記載の画像処理プログラム。

[17] 前記画像処理装置に、前記泡領域検出手順の検出結果に対し、モルフォロジ処理を行うモルフォロジ処理手順を更に実行させることを特徴とする請求項10～16のいずれか一つに記載の画像処理プログラム。

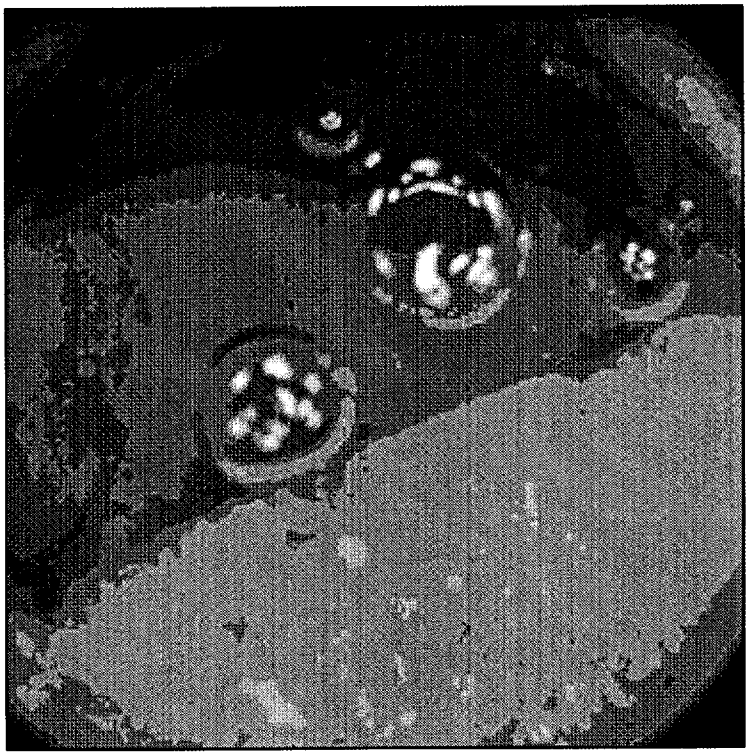
[18] 前記画像は、体腔内を撮像した画像であることを特徴とする請求項10～17のいず

れか一つに記載の画像処理プログラム。

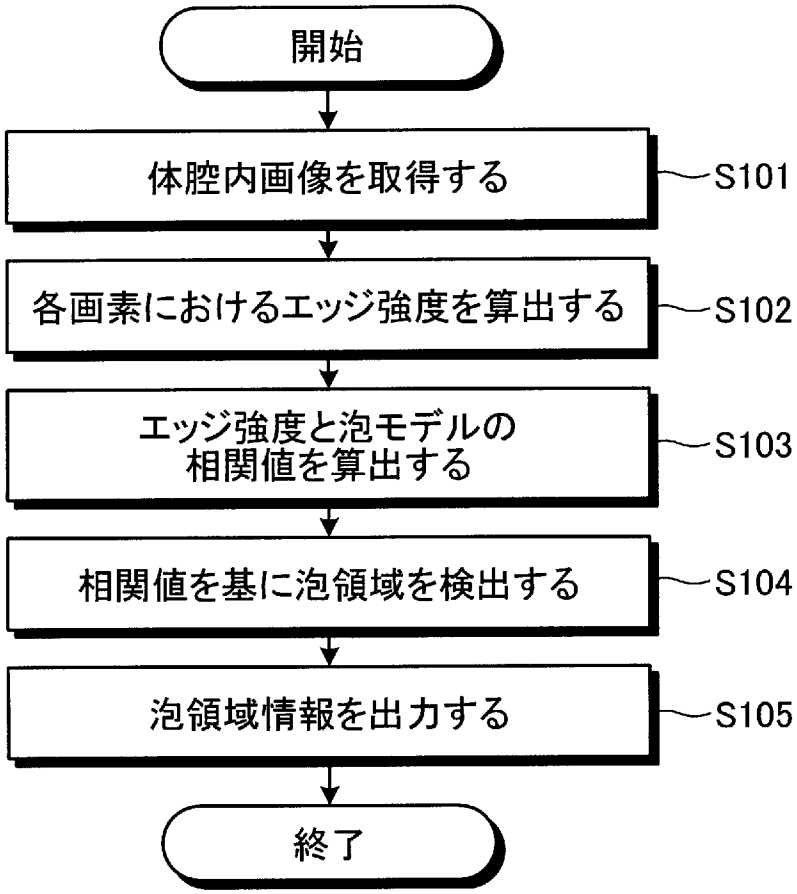
[図1]


体腔内画像
画像処理装置 100
120
メモリ
演算部
110
エッジ強度算出部
101
相関値算出部
102
泡領域検出部
103
泡領域情報

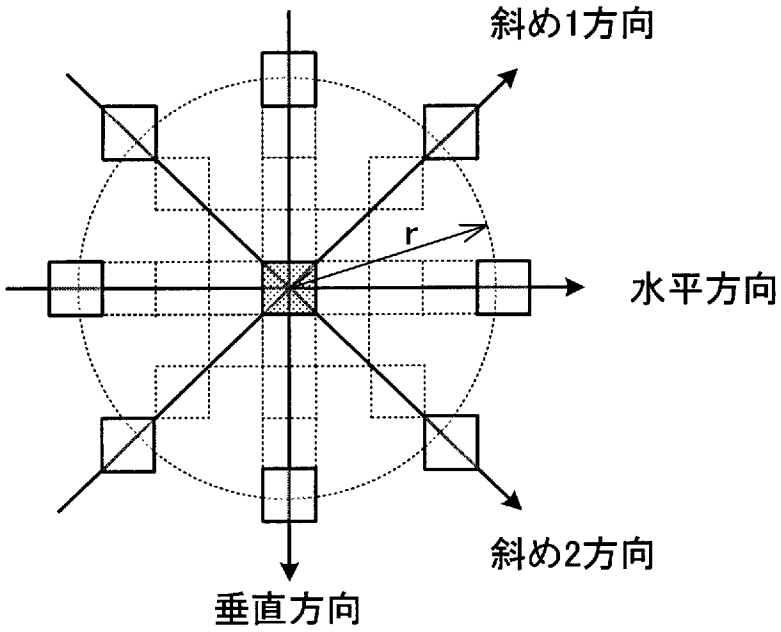
[図2]



[図3]

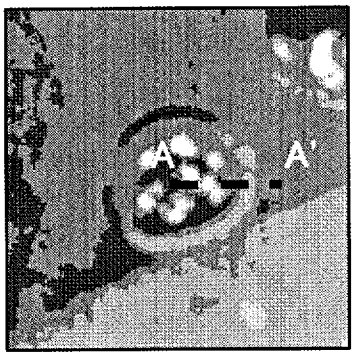

開始
体腔内画像を取得する
S101
各画素におけるエッジ強度を算出する
S102
エッジ強度と泡モデルの
相関値を算出する
S103
相関値を基に泡領域を検出する
S104
泡領域情報を出力する
S105
終了

[図4]

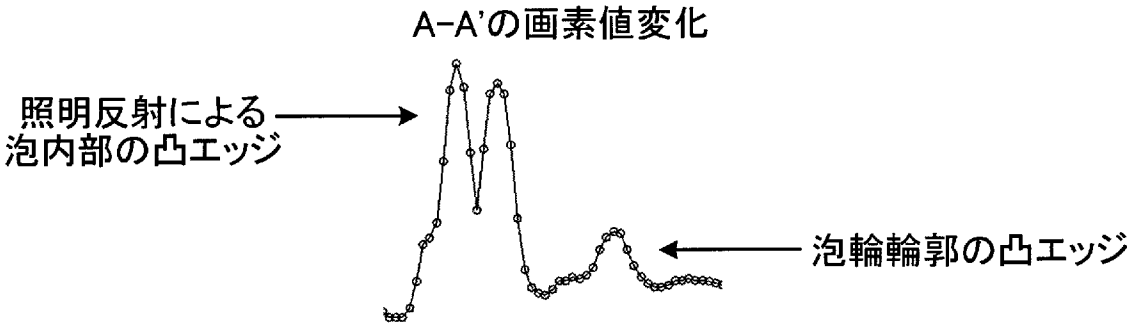

斜め1方向
r
水平方向
斜め2方向
垂直方向

[図5-1]

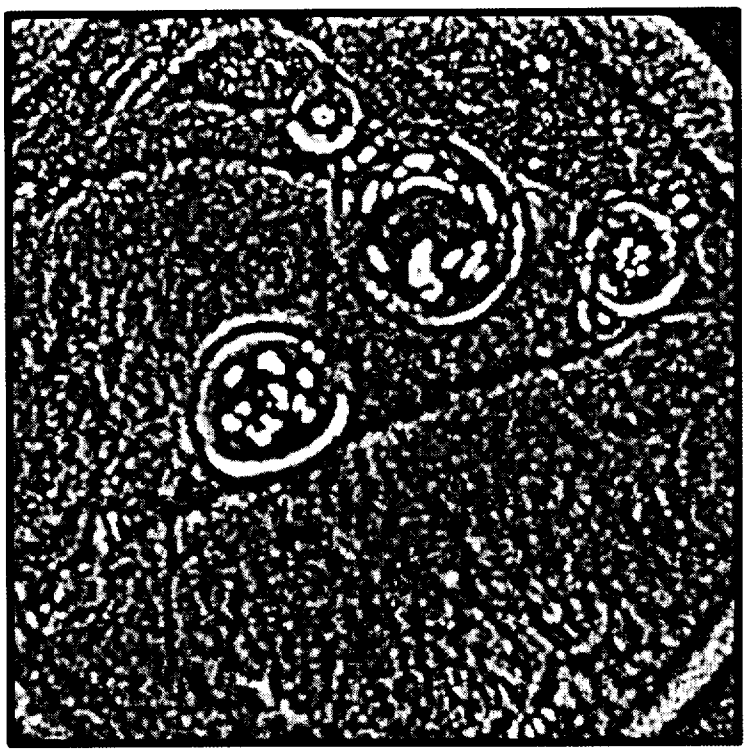
泡部分の画像



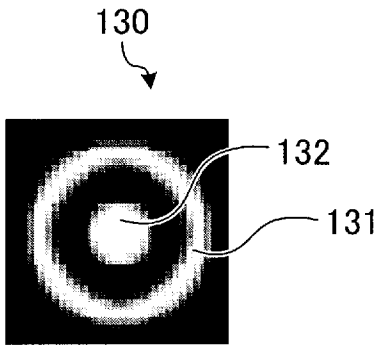
[図5-2]



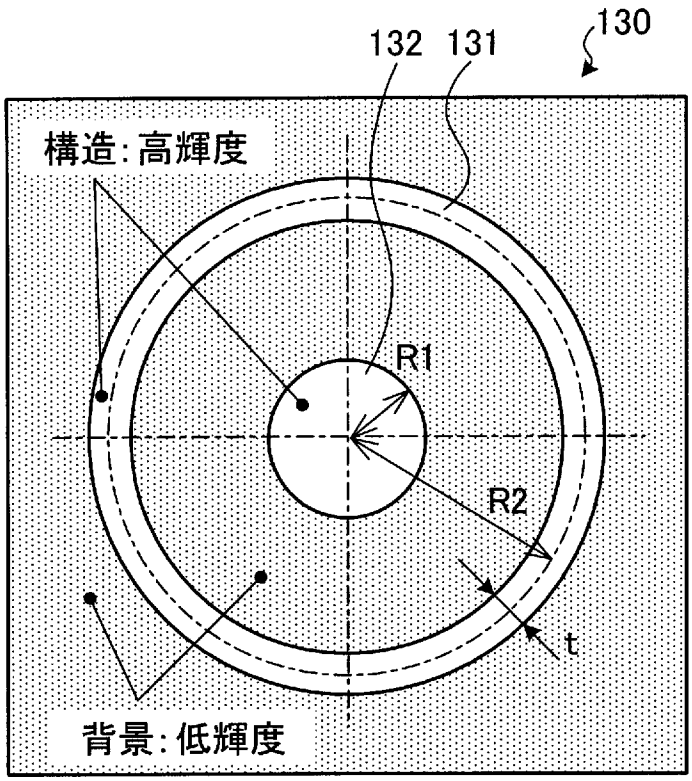
[図6]



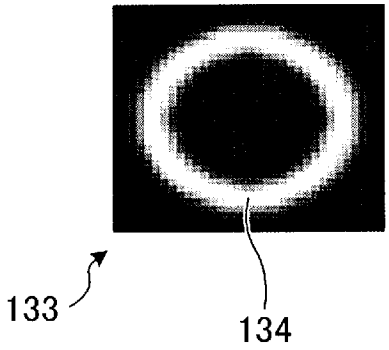
[図7]



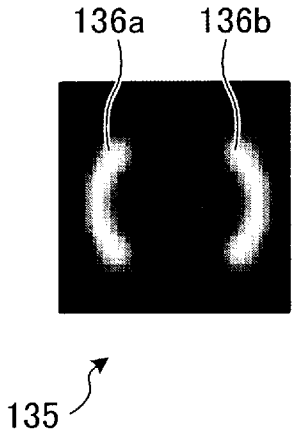
[図8]



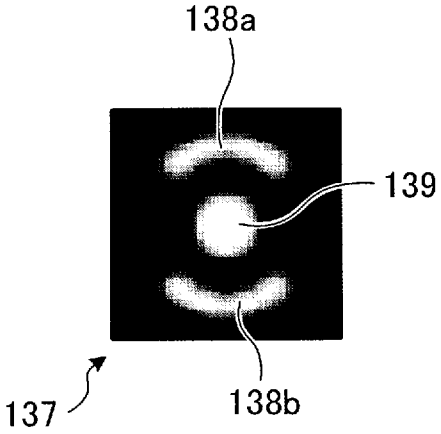
[図9-1]



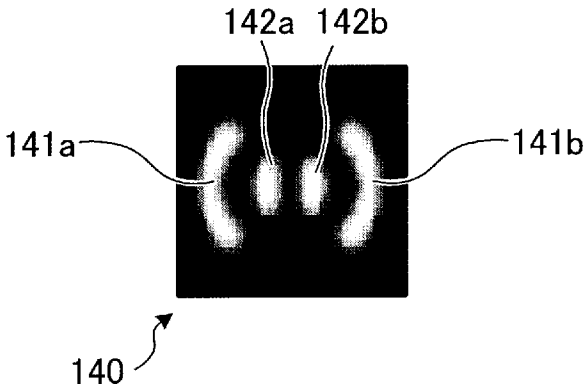
[図9-2]



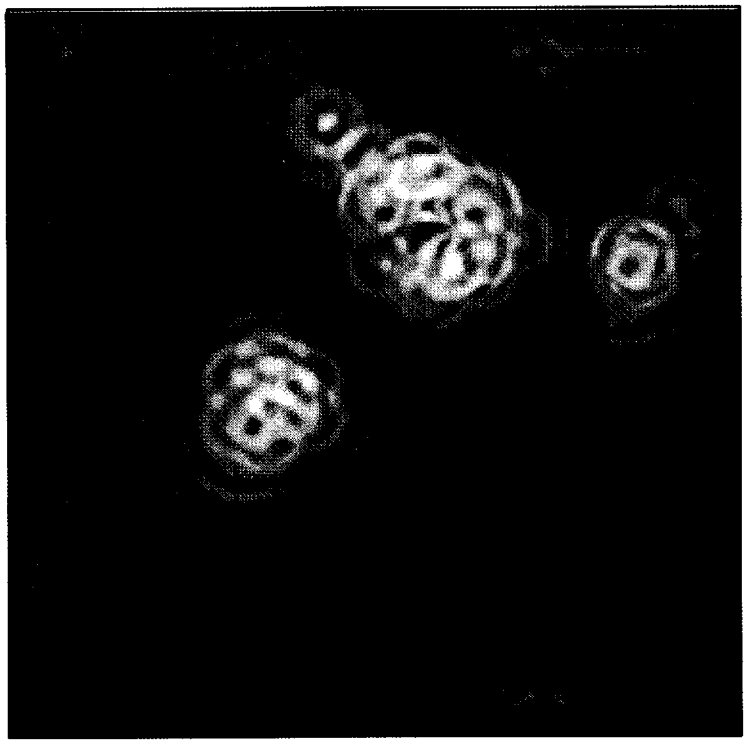
[図9-3]



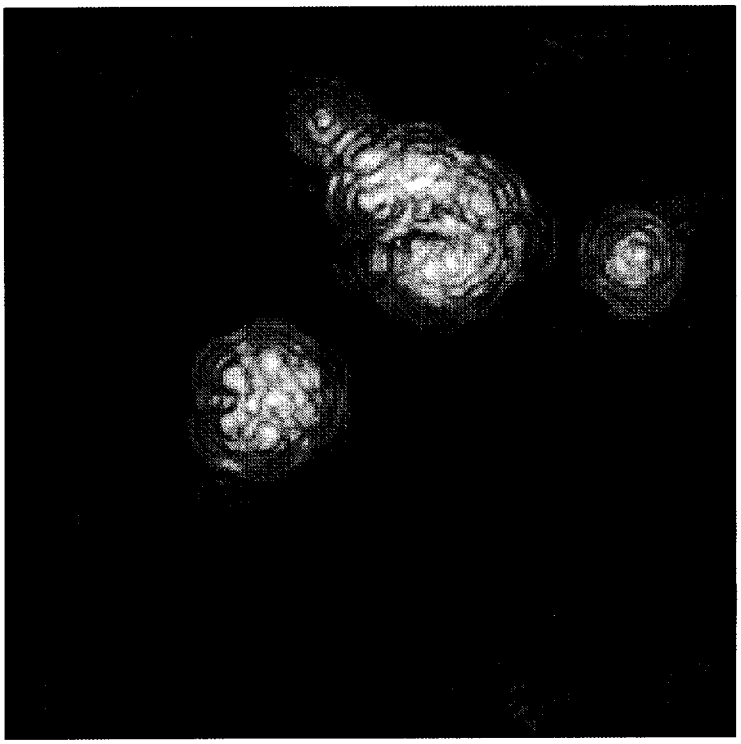
[図9-4]



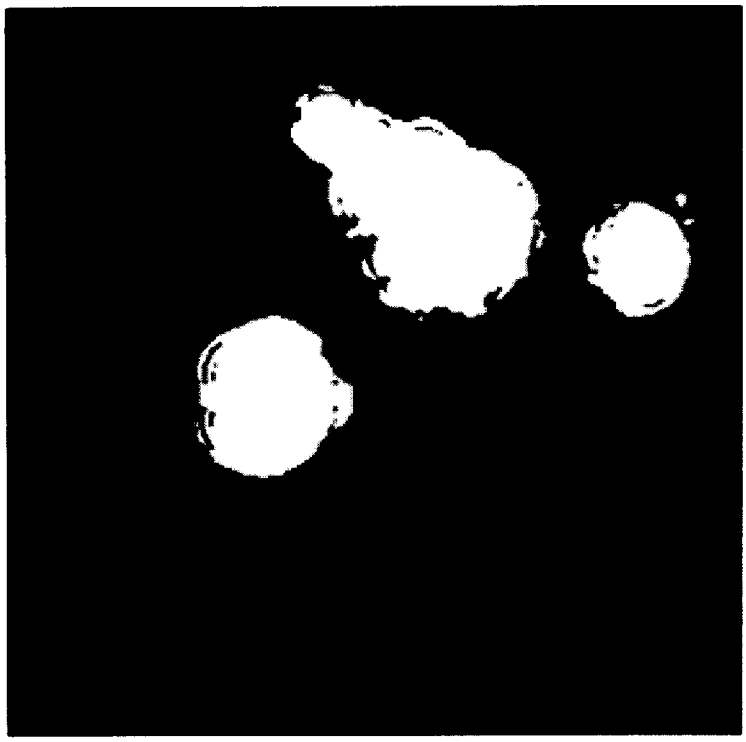
[図10]



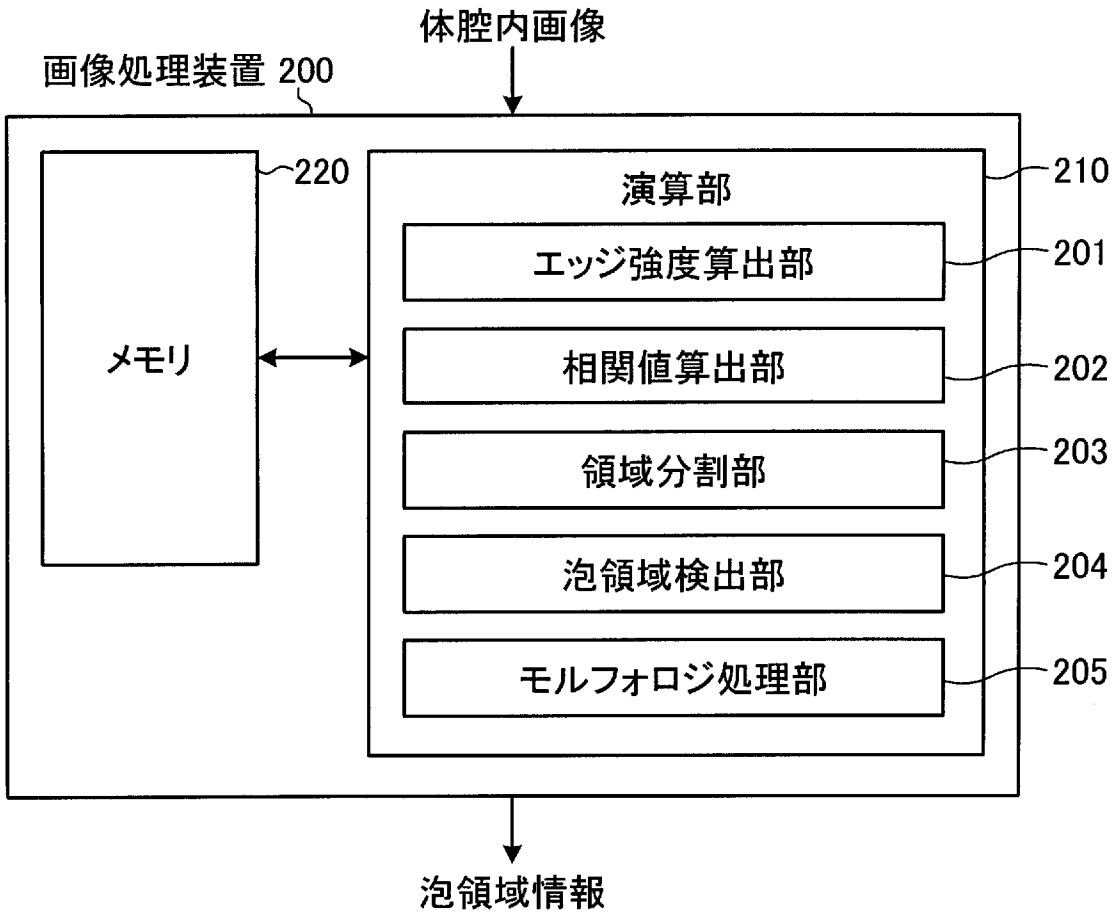
[図11]



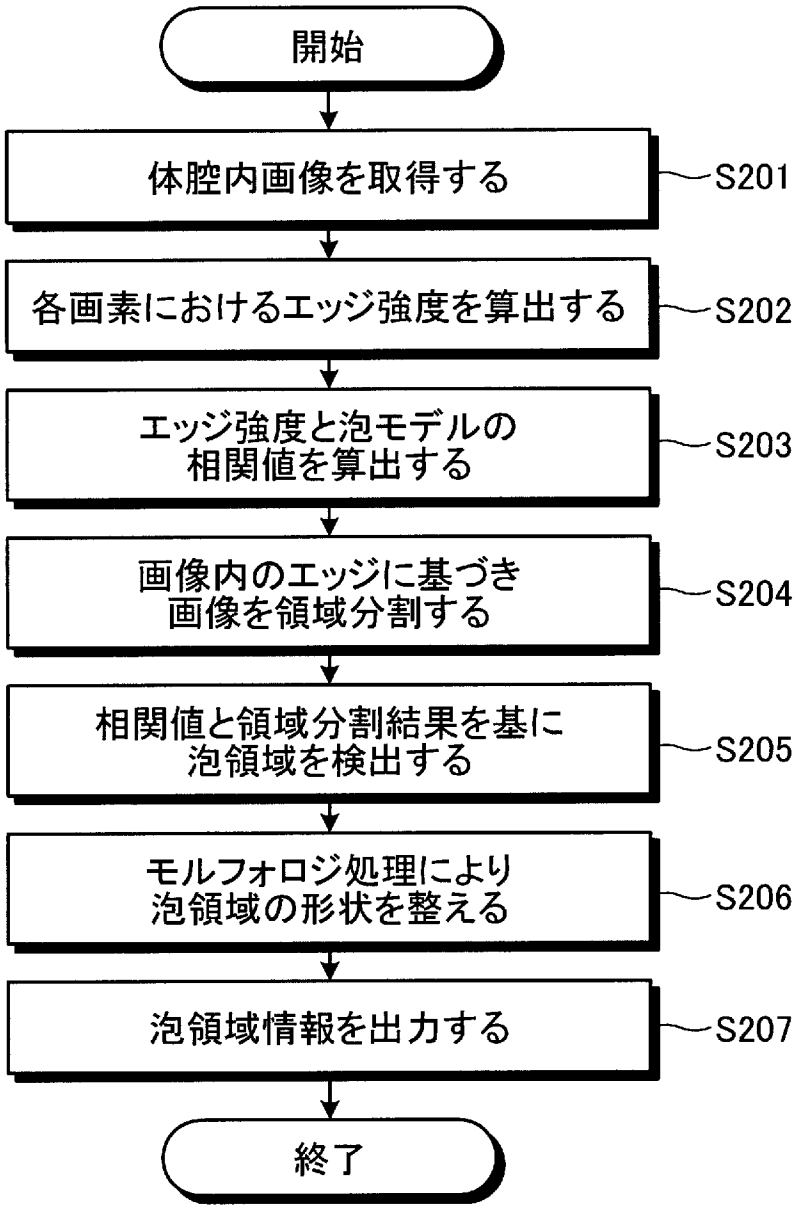
[図12]



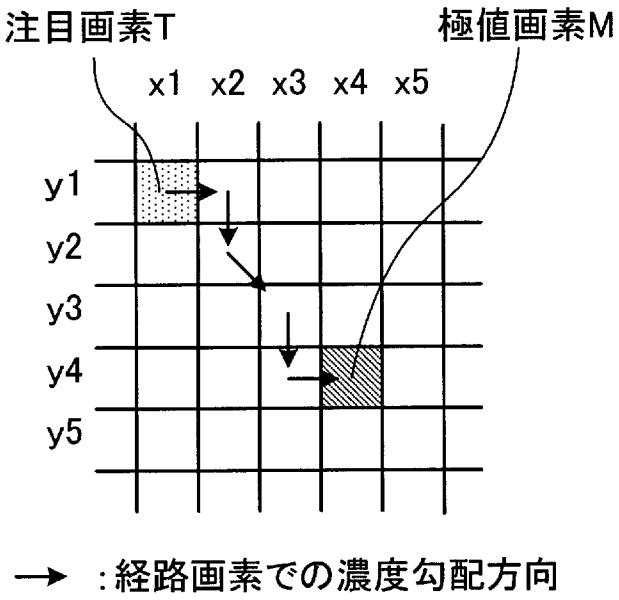
[図13]


体腔内画像
画像処理装置 200
220
メモリ
演算部
210
エッジ強度算出部
201
相関値算出部
202
領域分割部
203
泡領域検出部
204
モルフォロジ処理部
205
泡領域情報

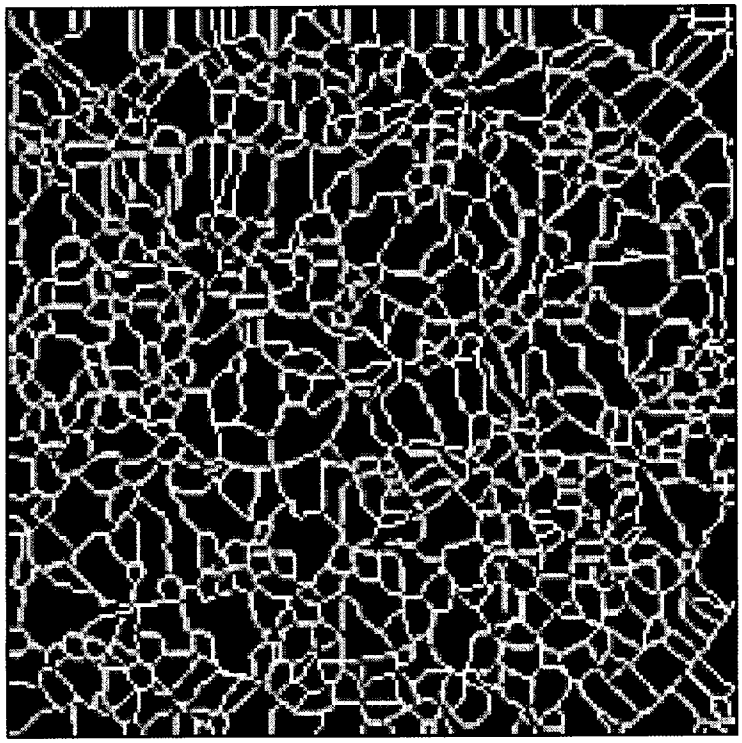
[図14]


開始
体腔内画像を取得する
S201
各画素におけるエッジ強度を算出する
S202
エッジ強度と泡モデルの
相関値を算出する
S203
画像内のエッジに基づき
画像を領域分割する
S204
相関値と領域分割結果を基に
泡領域を検出する
S205
モルフォロジ処理により
泡領域の形状を整える
S206
泡領域情報を出力する
S207
終了

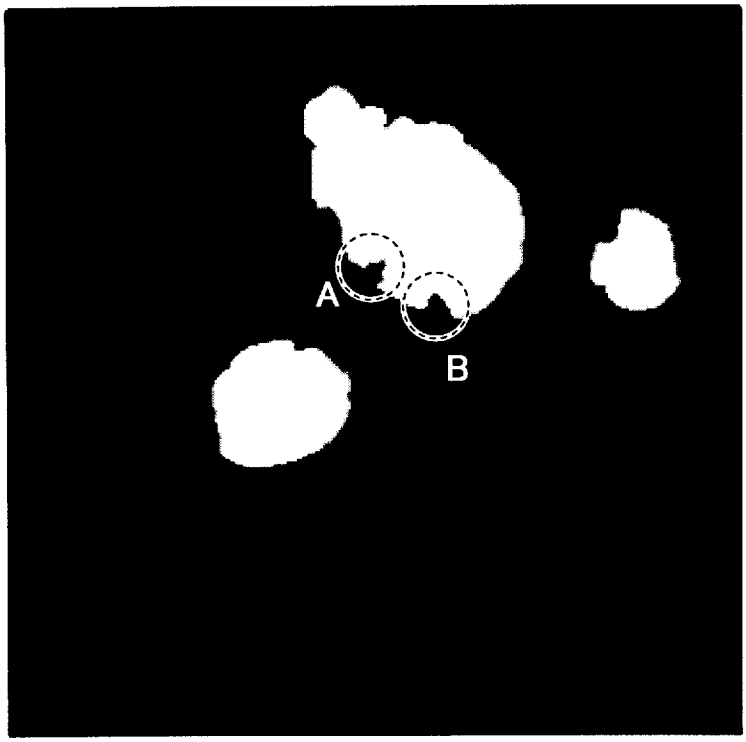
[図15]



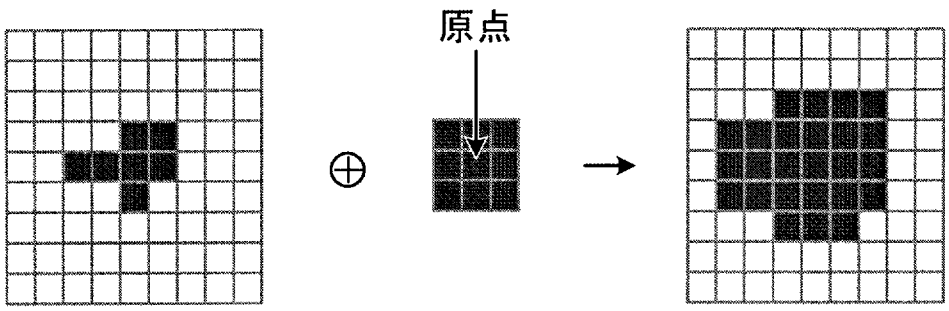
[図16]



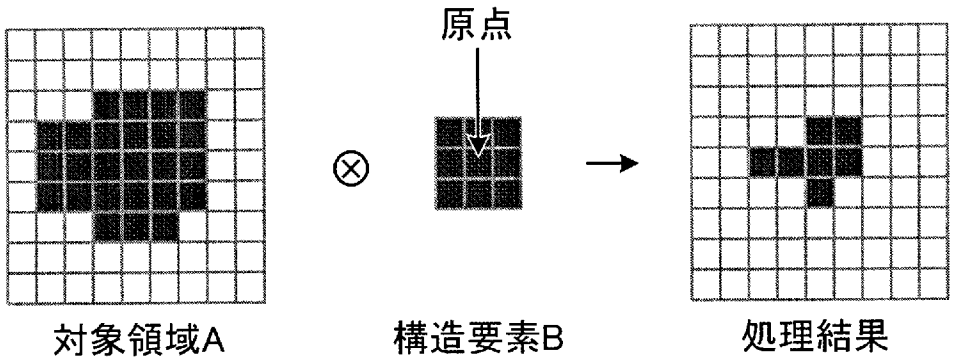
[図17]



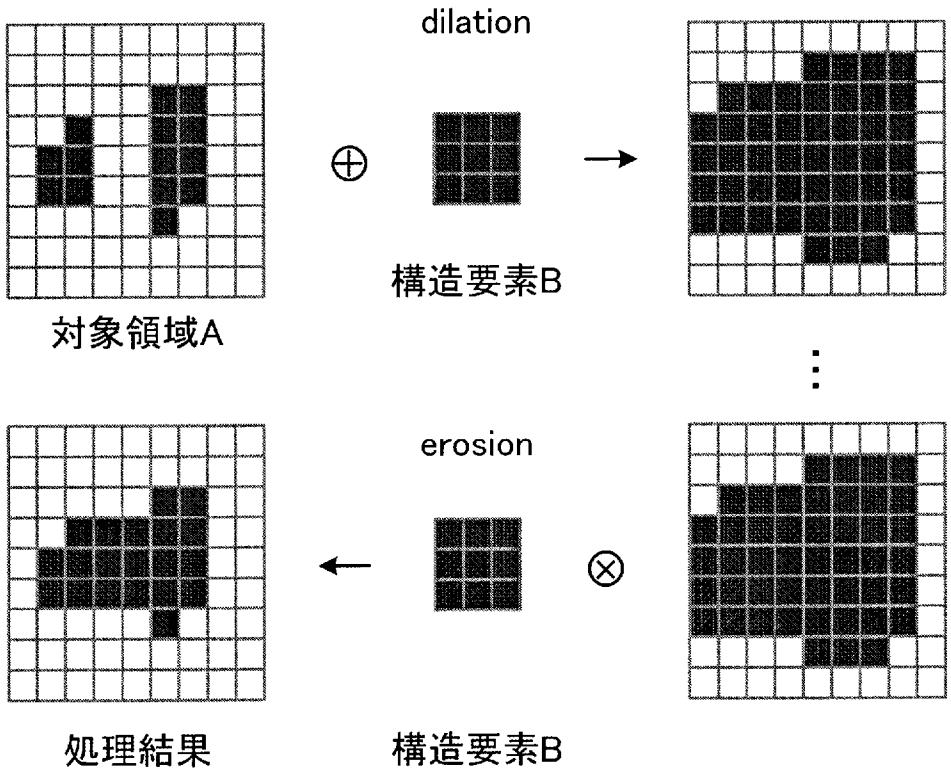
[図18]



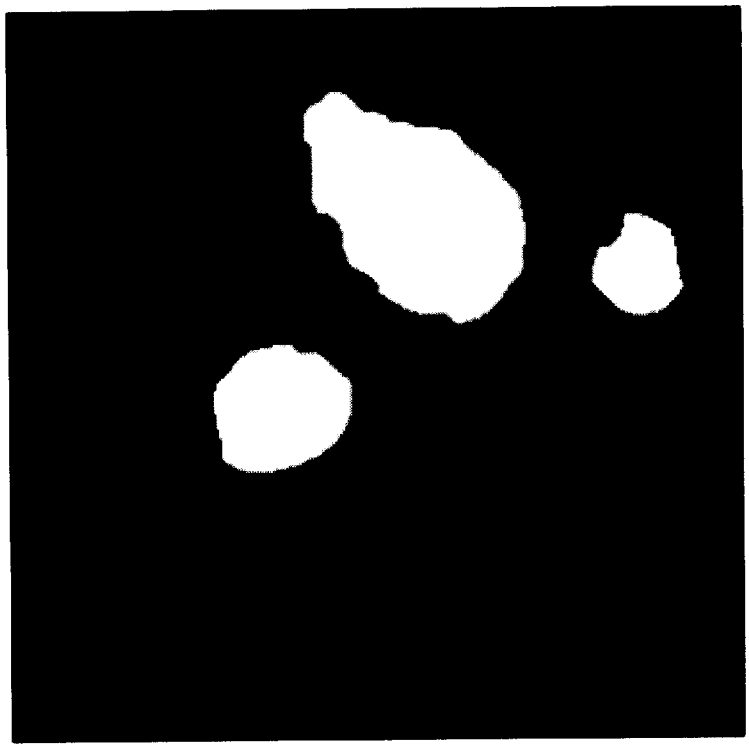
[図19]


原点
対象領域A
構造要素B
処理結果

[図20]


dilation
対象領域A
構造要素B
erosion
処理結果
構造要素B

[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/057924

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-354100 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 16 December, 2004 (16.12.04), Par. Nos. [0050], [0065]; Figs. 11, 16 to 18 (Family: none)	1,2,4-6, 8-11,13-15, 17,18 3,7,12,16
Y	Supervised by Mikio TAKAGI, Haruhisa SHIMODA, "Shinpen Gazo Kaiseki Handbook", University of Tokyo Press, 10 September, 2004 (10.09.04), pages 1669 to 1672	1,2,4-6, 8-11,13-15, 17,18
Y	Da-chuan Cheng et al, Template-based bubble identification and tracking in image sequences, International Journal of Thermal Sciences, 2006.03, Vol.45, No.3, pp.321-330	1,2,4-6, 8-11,13-15, 17,18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 July, 2007 (05.07.07)	17 July, 2007 (17.07.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/057924

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-508709 A (Neopath, Inc.), 25 August, 1998 (25.08.98), Pages 12, 17, 18; Figs. 6 to 9 & US 5566249 A & WO 1996/009601 A1	8,17
Y	JP 2006-122502 A (Olympus Corp.), 18 May, 2006 (18.05.06), Par. Nos. [0043], [0094], [0095] & WO 2006/046637 A1	9,18

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０５７９２４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B1/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y	JP 2004-354100 A（松下電工株式会社） 2004.12.16 段落 50,65、図 11,16-18　（ファミリーなし）	1,2,4-6, 8-11,13-15, 17,18
A		3,7,12,16
Y	高木幹雄・下田陽久監修、新編　画像解析ハンドブック、財団法人東京大学出版会、2004.09.10、pp.1669-1672	1,2,4-6, 8-11,13-15, 17,18

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０５．０７．２００７	１７．０７．２００７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｑ　９８０８
右高　孝幸
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y	Da-chuan Cheng et al, Template-based bubble identification and tracking in image sequences, International Journal of Thermal Sciences, 2006.03, Vol.45, No.3, pp.321-330	1,2,4-6, 8-11,13-15, 17,18
Y	JP 10-508709 A（ネオパス，インク） 1998.08.25 12,17,18頁、図6-9 & US 5566249 A & WO 1996/009601 A1	8,17
Y	JP 2006-122502 A（オリンパス株式会社） 2006.05.18 段落43,94,95 & WO 2006/046637 A1	9,18