

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5599894号  
(P5599894)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014.10.1)

(24) 登録日 平成26年8月22日(2014.8.22)

(51) Int.Cl. F 1  
A 6 1 B 6/03 (2006.01) A 6 1 B 6/03 3 6 0 J

請求項の数 42 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2012-540235 (P2012-540235)	(73) 特許権者	512137681
(86) (22) 出願日	平成21年11月27日(2009.11.27)		ドッグ マイクロシステムズ インコーポ レーテッド
(65) 公表番号	特表2013-512010 (P2013-512010A)		DOG MICROSYSTEMS IN C.
(43) 公表日	平成25年4月11日(2013.4.11)		カナダ国 ケベック州 ジェイ2ジー 2 ヴィ2 グランビー スウィート 200 プリンシパル 116
(86) 国際出願番号	PCT/CA2009/001749	(74) 代理人	100147485
(87) 国際公開番号	W02011/063495		弁理士 杉村 憲司
(87) 国際公開日	平成23年6月3日(2011.6.3)	(74) 代理人	100134005
審査請求日	平成24年11月15日(2012.11.15)		弁理士 澤田 達也
		(74) 代理人	100139491
			弁理士 河合 隆慶

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管状構造における位相幾何学的支援の評価決定方法及びシステム、ならびに仮想大腸内視鏡検査における当該方法及びシステムの使用

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内壁と複数の異なる領域とを有する管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法であって、

- a) 前記管状構造を表現する画像データを取得するステップと、
- b) 前記異なる領域の1つから選択される初期領域に開始点を配置するステップと、
- c) 初期領域の拡大を、初期の結果領域が前記内壁の少なくとも一部と前記異なる領域の1つに対応する隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行するステップと、
- d) 前記初期領域に対応する初期ツリーノードを有するツリーを開始するステップと、
- e) 各隣接領域について、前記隣接領域に次の開始点を配置し、対応する物質領域の拡大を、次の結果領域が前記内壁の少なくとも一部と、追加の隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行し、前記隣接領域に対応するツリーノードを前記ツリーに追加するステップと、

f) 前記ステップ e) を前記追加の隣接領域それぞれについて実行するステップと、  
g) 前記ツリーを所定の位相幾何学パラメータに基づいてフィルタリングすることで、前記管状構造の位相幾何学的支援の評価を決定するステップと、

を有する方法。

## 【請求項 2】

前記画像データの取得ステップは、前記画像データをCTスキャン装置から受け取ることとを有する、請求項 1 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

10

20

## 【請求項 3】

前記画像データの取得ステップは、磁気共鳴撮像（MRI）装置、ポジトロン放出断層撮影（PET）装置、X線装置、超音波装置、及びこれらの組合せから選択される装置から、前記画像データを受け取ることを有する、請求項 1 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 4】

前記画像データは、ポリュメトリック医用画像データ、ポリュメトリック断層撮影画像データ、及び並列に連続する画像プレーンのうちから選択される、請求項 1 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 5】

前記画像データは解剖学的構造を表現する、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 6】

前記画像データはピクセルとボクセルのうちから選択される複数の単位画像要素を有する、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 7】

前記複数の異なる領域は、複数の第 1 の物質領域と複数の第 2 の物質領域とを有する、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 8】

前記開始点の配置ステップは、前記初期領域を前記第 1 の物質領域の 1 つから選択することを有し、前記初期領域拡大を実行するステップは、前記第 2 の物質領域の 1 つから前記隣接領域を選択することを有する、請求項 7 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 9】

前記対応する物質領域の拡大を実行するステップでは、前記追加の隣接領域が、前記隣接領域それぞれと前記追加の隣接領域が前記複数の第 1 の物質領域と前記複数の第 2 の物質領域のうちの対応する 1 つにそれぞれ帰属するように選択される、請求項 8 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 10】

前記初期領域の拡大は、前記初期の結果領域がさらに前記管状構造の内壁の少なくとも外周の一部を含むまで実行される、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 11】

前記対応する物質領域の拡大は、前記次の結果領域がさらに管状構造の内壁の外周の少なくとも一部を含むまで実行される、請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 12】

初期領域の拡大は、前記初期の結果領域が前記初期領域を含むまで実行される、請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 13】

前記対応する物質領域の拡大は、前記次の結果領域が前記隣接領域を含むまで実行される、請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 14】

前記初期領域の拡大の前に、前記第 1 の物質領域用の第 1 の物質閾値と、前記第 2 の物質領域用の第 2 の物質閾値を決定するステップをさらに有する、請求項 7 乃至 9 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

## 【請求項 15】

10

20

30

40

50

請求項 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法であって、

i) 追加的開始点を対応領域の 1 つから選択される追加的初期領域に配置するステップと、

i i) 追加的な初期領域の拡大を、追加的な初期の結果領域が前記内壁の少なくとも一部と、追加的な前記異なる領域の 1 つに対応する隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行するステップと、

i i i) 前記追加的初期領域に対応する初期ツリーノードを有する追加的ツリーを開始するステップと、

i v) 追加的隣接領域のそれぞれについて、追加的な次の開始点を前記追加的隣接領域に配置し、対応する追加的物質領域の拡大を、追加的な次の結果領域が前記内壁の少なくとも一部と追加的な隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行し、前記追加的隣接領域に対応するツリーノードを前記追加的ツリーに追加するステップと、

v) 処理ステップ i v) を前記追加的な隣接領域のそれぞれについて実行するステップと、

v i) 前記追加的ツリーを前記ツリーにグルーピングするステップと、  
をさらに有する方法。

【請求項 1 6】

開始点を初期領域に配置する前に、前記初期領域を選択するステップをさらに有する、請求項 1 乃至 1 5 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 1 7】

前記初期領域を選択するステップは、前記管状構造の端部付近の前記初期領域を選択することを有する、請求項 1 6 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 1 8】

追加的開始点を追加的初期領域に配置する前に、前記追加的初期領域を選択するステップをさらに有する、請求項 1 5 乃至 1 7 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 1 9】

前記追加的初期領域を選択するステップは、前記追加的初期領域を前記管状構造の残存する端部付近で選択することを有する、請求項 1 8 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 2 0】

対応する数の補助的開始点を用いて、前記ツリーが各開始点と前記追加的開始点とに対応する前記ツリーノードの間の少なくとも 1 つの連続した経路を含むまで、前記ツリーノードを前記ツリーに追加するステップをさらに有する、請求項 1 5 乃至 1 9 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 2 1】

対応する数の補助的開始点を用いて、前記ツリーが前記異なる領域ごとに対応するツリーノードを含むまで、対応するツリーノードを前記ツリーに追加するステップをさらに有する、請求項 1 5 乃至 1 9 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 2 2】

前記初期領域を選択するステップは、操作者により手動で実行される請求項 1 乃至 2 1 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 2 3】

前記初期領域を選択するステップは、自動的に実行される、請求項 1 乃至 2 1 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 2 4】

10

20

30

40

50

前記追加的初期領域を選択するステップは、操作者により手動で実行される、請求項 18 乃至 21 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 25】

前記追加的初期領域を選択するステップは、自動的に実行される、請求項 18 乃至 21 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 26】

前記画像データは、複数の単位画像要素を有し、

対応ツリーノードに対応する前記領域ごとに、各単位要素の対応する分類を決定するステップをさらに有する、請求項 1 乃至 5 及び 8 乃至 25 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 27】

前記複数の異なる領域は、複数の第 1 の物質領域と複数の第 2 の物質領域を有し、

前記分類を決定するステップは、第 1 の物質クラスを、対応ツリーノードに対応する前記第 1 の物質領域それぞれの各単位画像要素に割り当て、第 2 の物質クラスを、対応ツリーノードに対応する前記第 2 の物質領域それぞれの各単位画像要素に割り当てることを有する、請求項 26 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 28】

前記領域拡大ごとに対応する結果領域に含まれる残存する単位画像要素ごとに、

少なくとも 1 つの近接パラメータに対応する単位画像要素とツリーノードに対応する少なくとも 1 つの隣接領域の間の距離に基づいて決定し、対応クラスに対応する単位画像要素の帰属先を規定する少なくとも 1 つの帰属先パラメータに対応する少なくとも 1 つの近接パラメータに基づいて決定するステップと、

前記ツリーの連続した 2 つのノード間の境界面種を、前記連続した 2 つのノードに対応する対応領域に隣接する対応単位画像要素の対応する帰属先に基づいて決定するステップと、

前記ツリーの連続した 2 つのノード間の決定された境界面種に基づいて、前記管状構造の位相幾何学的支援の精密な評価を決定するステップと、

を有する、請求項 27 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 29】

前記ツリーの連続した 2 つのノード間の境界面種を決定するステップは、対応単位画像要素の密度に基づく分布、対応単位画像要素の同質性に基づく分布、及び前記境界面種の形態学的パラメータのうちから選択される少なくとも 1 つの追加のパラメータに基づいて実行される、請求項 28 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 30】

推定管状構造の中心線を前記精密な推定に基づいて決定するステップをさらに有する、請求項 28 乃至 29 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 31】

推定管状構造の中心線を前記管状構造の位相幾何学的支援の評価に基づいて決定するステップをさらに有する、請求項 1 乃至 30 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 32】

前記ツリーをフィルタリングするステップは、前記ツリーノードを相次いで連続してリンクすることを有する、請求項 1 乃至 31 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 33】

前記ツリーは、少なくとも 1 つの主要な経路、及び閉ループと追加のブランチのうちの少なくとも 1 つを有し、

前記ツリーをフィルタリングするステップは、閉ループの少なくとも 1 つの部分及び少なくとも 1 つの追加のブランチを前記ツリーからキャンセルすることを有する、

10

20

30

40

50

請求項 1 乃至 3 2 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法

【請求項 3 4】

前記キャンセルするステップは、対応ノードに関連付けられる異なる領域ごとの領域ボリュームに基づいて実行される、請求項 3 3 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 3 5】

前記管状構造は、少なくとも大腸の一部を有する、請求項 1 乃至 3 4 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 3 6】

前記管状構造は、大腸の少なくとも一部を有し、前記複数の異なる領域は、複数の気体種の領域と複数のタグ付けされた物質種の領域を有する、請求項 1 乃至 6 及び 8 乃至 3 4 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 3 7】

前記管状構造の位相幾何学的支援の評価を操作者に表示するステップをさらに有する、請求項 1 乃至 3 6 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 3 8】

前記表示するステップは、前記管状構造を取り囲む前記画像データにおけるマスキングを行うことを有する、請求項 3 7 に記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法。

【請求項 3 9】

請求項 1 乃至 3 8 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法の、大腸の位相幾何学の評価への使用。

【請求項 4 0】

請求項 1 乃至 3 8 のいずれかに記載の管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法を実行するための命令群が記録された機械読取り可能な媒体。

【請求項 4 1】

請求項 1 乃至 3 8 のいずれかに記載の方法を実行するためのシステムであって、  
前記管状構造を表現する画像データを受け取るデータ受信部と、  
前記データ受信部に有効に連結され、前記対応領域に前記開始点をそれぞれ配置する配置部と、  
前記配置部に有効に連結され、前記各領域の拡大を実行する処理部と、  
前記処理部に有効に連結され、前記ツリーを構築するツリー構築部と、  
前記ツリー構築部に有効に連結され、前記所定の位相幾何学パラメータに基づいて前記ツリーをフィルタリングすることで、前記管状構造の位相幾何学的支援の評価を決定するフィルタリング部と、  
を有するシステム。

【請求項 4 2】

前記フィルタリング部に有効に連結され、前記管状構造の位相幾何学的支援の評価を表示する表示部をさらに有する、請求項 4 1 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の参照

本願は、“画像データのフィルタリング方法、画像データのフィルタリングシステム、及び仮想内視鏡検査における画像データの使用”と称する P C T 出願に関連し、同 P C T 出願の明細書記載事項は、参照により本明細書に援用される。

【0002】

本発明は、概して画像処理に関し、特に、管状構造における位相幾何学的支援の評価決

10

20

30

40

50

定方法及びシステムに関する。また、本発明は、仮想大腸内視鏡検査における大腸の位相幾何学的評価への前記方法の適用に関する。

【背景技術】

【0003】

従来の内視鏡処置は、典型的に、患者の体内に挿入して内部の解剖学的構造を視覚的に診断するフレキシブル光ファイバー管の使用に依存している。よって、操作者は、解剖構造の内側で管を操作して、何らかの解剖学的異常がないか探することができる。

【0004】

従来のこのような手法を用いる内視鏡検査は信頼できるものの、金銭的及び時間的なコストがかかる。特に、この手法は、患者にとって侵襲的で不快であり、ときに苦痛を伴う手法である。

【0005】

侵襲的な内視鏡処置の上述した欠点の少なくとも1つを減らすべく、仮想大腸内視鏡検査とも称される、非侵襲的な手法が用いられる。

【0006】

これらの非侵襲的な手法では、分析すべき解剖学的構造を表現する画像データを取得するために、コンピュータ断層撮影(CT)スキャンなどの撮像技術が用いられる。

【0007】

また、非侵襲的な手法には、3つの典型的な患者による準備手順が含まれる。すなわち、下剤を使用して大腸を完全に洗浄することを目的とする完全な瀉下準備、大腸内物質を流動化させ、残存する固形物または液状物をタグ付けすることを目的とする軽度の瀉下準備、そして最後は、患者が飲用するバリウムベース製剤などの液剤により大腸内物質をタグ付けする、下剤不使用の準備である。

【0008】

大腸内壁といった分析中の解剖学的構造を探し当てるために、種々の自動的な手法が提案されている。しかしながら、これらの技術では、特に、気体領域とその中で延在するタグ付けされた領域の境界面付近で大腸内壁の位置を正確に特定することが、しばしば困難である。

【0009】

実際、もし気体領域とタグ付けされた領域の境界面が正確に識別されないと、大腸内壁の識別と位置の特定に漏れが生じ、大きな懸念となる。たとえば、大腸に最も近い小腸の一部が大腸の一部として切り出されて識別されるおそれがある。

【0010】

とりわけ、大腸内壁の分離の精度が低いと、潜在的な大腸の病変を過大にまたは過小に評価することにつながり、これも大きな懸念である。

【0011】

上述の欠点を減らすために、大腸内壁の対応する部分を識別するための局所パラメータを用いる動的なアルゴリズムが用いられてきた。

【0012】

たとえば、米国特許出願公開(国際公開番号2008/0008367にて公開)には2ステップ分離法が記載されており、この方法では、後の適合的な分離での漏れが生じないように、試行的な分離をはじめに行う。しかしながら、この方法では、気体領域とタグ付けされた領域の境界が適切に検出される必要がある。境界が非常に厚くまたは不均質である場合には、前記方法では、大腸内壁を正確に識別し、かつ/または位置を特定することができないおそれがある。

【0013】

とりわけ、画像取得中の患者のけいれん及び/または閉塞性腫瘍の存在に起因して、患者の大腸が虚脱するような場合、前記方法では、大腸全体を正確に識別できないおそれがある。

【0014】

10

20

30

40

50

よって、上述の欠点のうち少なくとも1つを削減できる、管状構造に対する位相幾何学的支援の評価を決定する、改善された方法を提供することが望まれる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0015】

よって、内壁と複数の異なる領域とを有する管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法が開示される。この方法は、(a)前記管状構造を表現する画像データを取得するステップと、(b)前記異なる領域の1つから選択される初期領域に開始点を配置するステップと、(c)初期領域の拡大を、初期の結果領域が前記内壁の少なくとも一部と前記異なる領域の1つに対応する隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行するステップと、(d)前記初期領域に対応する初期ツリーノードを有するツリーを開始するステップと、(e)各隣接領域について、前記隣接領域に次の開始点を配置し、対応する物質領域の拡大を、次の結果領域が前記内壁の少なくとも一部と、追加の隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行し、前記隣接領域に対応するツリーノードを前記ツリーに追加するステップと、(f)前記処理ステップ(e)を前記追加の隣接領域それぞれについて実行するステップと、(g)前記ツリーを所定の位相幾何学パラメータに基づいてフィルタリングすることで、前記管状構造の位相幾何学的支援の評価を決定するステップと、を有する。

10

【0016】

上記方法は、管状構造の位相幾何学的支援の評価を分離パラメータに依存することなく提供するので、大いに有利である。

20

【0017】

取得される前記評価は、必要に応じた次の処理を効率よく実行することを可能にするので、大いに有利である。非限定的な例としては、かかる処理は、次の分離処理である。

【0018】

とりわけ、前記取得される評価は、ボリュームレンダリングプロセスに基づく管状構造の正確な3D表現を提供するために用いることができ、このことは大いに有利である。実際、前記画像データの分離や入れ替えが不要であるので、3D表現が正確に画像データの2D情報を提示することができる。

【0019】

さらに、前記方法は、画像データの所定の厳密な値に依存することなく管状構造の正確な3D表現を提供するために用いることができ、このことは大いに有利である。前記方法は、それゆえ、広範な種類の画像データと広範な種類のスキャン装置とに用いることができる。

30

【0020】

とりわけ、一実施形態では、前記方法は、異なる領域間の境界面を用いなくても管状構造の位相幾何学的支援の評価を提供できるので、大いに有利である。

【0021】

一実施形態では、画像データの取得ステップは、前記画像データをCTスキャン装置から受け取るステップを有する。

40

【0022】

さらなる実施形態では、画像データの取得ステップは、磁気共鳴撮像(MRI)装置、ポジトロン放出断層撮影(PET)装置、X線装置、超音波装置、及びこれらの組合せから選択される装置から、前記画像データを受け取るステップを有する。

【0023】

一実施形態では、前記画像データは、ボリュームメトリック医用画像データ、ボリュームメトリック断層撮影画像データ、及び並列に連続する画像面の組のうちから選択される。

【0024】

一実施形態では、前記画像データは解剖学的構造を表現する。

【0025】

50

－実施形態では、前記画像データは、ピクセルとボクセルのうちから選択される複数の単位画像要素を有する。

【0026】

－実施形態では、前記複数の異なる領域は、複数の第1の物質領域と複数の第2の物質領域とを有する。

【0027】

さらなる実施形態では、開始点を配置するステップは、前記初期領域を前記第1の物質領域の1つから選択するステップを有し、前記初期領域拡大を実行するステップは、前記第2の物質領域の1つから前記隣接領域を選択するステップを有する。

【0028】

さらなる実施形態では、前記対応する物質領域の拡大を実行するステップでは、前記追加の隣接領域が、前記隣接領域それぞれと前記追加の隣接領域が前記複数の第1の物質領域と前記複数の第2の物質領域のうちの対応する1つにそれぞれ帰属するように選択される。

【0029】

－実施形態では、追加の隣接領域の識別は、初期の結果領域の領域拡大より大きい関心領域の場を考慮したプロセスで画像データの隣接部分をスキャンすることにより実行される。

【0030】

－実施形態では、初期領域の拡大は、初期の結果領域がさらに前記管状構造の内壁の少なくとも外周の一部を含むまで実行される。

【0031】

－実施形態では、物質領域の拡大は、前記次の結果領域がさらに管状構造の内壁の外周の少なくとも一部を含むまで実行される。

【0032】

－実施形態では、初期領域の拡大は、前記初期の結果領域が前記初期領域を含むまで実行される。

【0033】

さらなる実施形態では、前記対応する物質領域の拡大は、前記次の結果領域が前記隣接領域を含むまで実行される。

【0034】

－実施形態では、前記領域の拡大の実行において、当該領域に帰属する可能性のある単位画像要素の処理を可能にする所定の直径の球を想定する。

【0035】

さらなる実施形態では、後に続く可能性のある領域の識別が、拡大する領域に含まれる球の直径より大きく、拡大する領域に帰属する可能性のある単位画像要素を処理できるような所定の直径の球を想定する領域拡大処理により行われる。

【0036】

さらなる実施形態では、潜在的な次の領域のスキャンにより、領域拡大における次の領域のための追加的な開始点が識別される。

【0037】

さらなる実施形態では、追加的開始点の識別は、密度に基づく基準値、同じ密度基準値を備えた要素の数、またはこれらの組合せに基づいて実行される。

【0038】

－実施形態では、次の追加的開始点を識別することは、結果として処理済みの領域に属する開始点要素を識別することになり、その場合、位相幾何学的情報だけが維持されてツリーに追加され、それにより、かかる開始点のために次の領域拡大が回避される。

【0039】

さらなる実施形態では、前記方法は、前記初期領域の拡大の前に、前記第1の物質領域用の第1の物質閾値と、前記第2の物質領域用の第2の物質閾値を決定するステップをさ

10

20

30

40

50

らに有する。

【0040】

一実施形態では、前記方法は、i) 追加的開始点を、対応する領域の1つから選択される追加的初期領域に配置するステップと、ii) 追加的な初期領域の拡大を、追加的な初期の結果領域が前記内壁の少なくとも一部と、追加的な前記異なる領域の1つに対応する隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行するステップと、iii) 前記追加的初期領域に対応する初期ツリーノードを有する追加的ツリーを開始するステップと、iv) 追加的隣接領域のそれぞれについて、追加的な次の開始点を前記追加的隣接領域に配置し、対応する追加的物質領域の拡大を、追加的な次の結果領域が前記内壁の少なくとも一部と追加的な隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行し、前記追加的隣接領域に対応するツリーノードを前記追加的ツリーに追加するステップと、v) 処理ステップiv)を前記追加的な隣接領域のそれぞれについて実行するステップと、vi) 前記追加的ツリーを前記ツリーにグルーピングするステップと、をさらに有する。

10

【0041】

一実施形態では、前記方法は、開始点を初期領域に配置する前に、前記初期領域を選択するステップをさらに有する。

【0042】

さらなる実施形態では、初期領域を選択するステップは、前記管状構造の端部付近の前記初期領域を選択するステップを有する。

【0043】

さらに別の実施形態では、前記方法は、追加的開始点を追加的初期領域に配置する前に、前記追加的初期領域を選択するステップをさらに有する。

20

【0044】

一実施形態では、前記追加的初期領域を選択するステップは、前記追加的初期領域を前記管状構造の残存する端部付近で選択するステップをさらに有する。

【0045】

さらなる実施形態では、前記方法は、対応する数の補助的開始点を用いて、前記ツリーが各開始点と前記追加的開始点とに対応する前記ツリーノードの間の少なくとも1つの連続した経路を含むまで、対応ツリーノードを前記ツリーに追加するステップをさらに有する。

30

【0046】

さらに別の実施形態では、前記方法は、対応する数の補助的開始点を用いて、前記ツリーが前記異なる領域ごとに対応するツリーノードを含むまで、対応ツリーノードを前記ツリーに追加するステップをさらに有する。

【0047】

一実施形態では、前記初期領域を選択するステップは、操作者により手動で実行される。

【0048】

別の実施形態では、前記初期領域の選択するステップは自動的に実行される。

【0049】

一実施形態では、前記追加的初期領域の選択するステップは操作者により手動で実行される。

40

【0050】

別の実施形態では、前記追加的初期領域の選択するステップは自動的に実行される。

【0051】

一実施形態では、前記画像データは、複数の単位画像要素を有し、前記方法は、対応ツリーノードに対応する前記領域ごとに、各単位要素の対応する分類を決定するステップをさらに有する。

【0052】

さらなる実施形態では、前記複数の異なる領域は、複数の第1の物質領域と複数の第2

50

の物質領域を有する。前記分類の決定ステップは、第1の物質クラスを、対応ツリーノードに対応する前記第1の物質領域それぞれの各単位画像要素に割り当て、第2の物質クラスを、対応ツリーノードに対応する前記第2の物質領域それぞれの各単位画像要素に割り当てることを有する。

【0053】

さらなる実施形態では、領域に属さず、後続領域の識別プロセス中に処理される残存する各単位画像要素は、他の単位画像要素とともに潜在的な境界面種の要素としてグループ化される。

【0054】

別の実施形態では、前記潜在的な境界面種の要素は、前記ツリーの位相幾何学的情報に基づいて、非境界面要素と、前記ツリーの連続した2つのノード間の境界面種の要素といった2つのグループにグループ分けされる。

10

【0055】

さらなる実施形態では、前記方法は、前記領域拡大ごとに対応する結果領域に含まれない残存する単位画像要素ごとに、少なくとも1つの近接パラメータを、対応する単位画像要素とツリーノードに対応する少なくとも1つの隣接領域の間の距離に基づいて決定するステップと、対応クラスに対応する単位画像要素の帰属先を規定する少なくとも1つの帰属先パラメータを、対応する少なくとも1つの近接パラメータに基づいて決定するステップとを有する。前記方法は、さらに、前記ツリーの連続した2つのノード間の境界面種を、前記連続した2つのノードに対応する対応領域に隣接する対応単位画像要素の対応する帰属先に基づいて決定するステップと、前記ツリーの連続した2つのノード間の決定された境界面種に基づいて、前記管状構造の位相幾何学的支援の精密な評価を決定するステップとを有する。

20

【0056】

さらなる実施形態では、前記ツリーの連続した2つのノード間の境界面種を決定するステップは、対応単位画像要素の密度に基づく分布、対応単位画像要素の同質性に基づく分布、関心対象の構造の位相幾何学的情報、及び前記境界面種の形態学的パラメータのうちから選択される少なくとも1つの追加のパラメータに基づいて実行される。

【0057】

さらなる実施形態では、推定管状構造の中心線が前記精密な推定に基づいて決定される。

30

【0058】

一実施形態では、推定管状構造の中心線が管状構造の位相幾何学的支援の評価に基づいて決定される。

【0059】

一実施形態では、前記ツリーをフィルタリングするステップは、前記ツリーノードを相次いで連続してリンクすることを有する。

【0060】

一実施形態では、前記ツリーは、少なくとも1つの主要な経路、及び閉ループと追加のブランチのうち少なくとも1つを有し、前記ツリーをフィルタリングするステップは、閉ループの少なくとも1つの部分及び少なくとも1つの追加のブランチを前記ツリーからキャンセルすることを有する。

40

【0061】

一実施形態では、前記キャンセルするステップは、対応ノードに関連付けられる異なる領域ごとの領域ボリュームに基づいて実行される。

【0062】

一実施形態では、前記管状構造は、少なくとも大腸の一部を有する。

【0063】

別の実施形態では、前記管状構造は、大腸の少なくとも一部を有し、前記複数の異なる領域は、複数の気体種の領域と複数のタグ付けされた物質種の領域を有する。

50

## 【 0 0 6 4 】

一実施形態では、前記方法は、前記管状構造の位相幾何学的支援の評価を操作者に表示するステップをさらに有する。

## 【 0 0 6 5 】

さらなる実施形態では、前記表示するステップは、前記管状構造を取り囲む前記画像データにおけるマスキングを行うことを有する。

## 【 0 0 6 6 】

別の側面によれば、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する前記方法を大腸の位相幾何学の評価へ使用することが開示される。

## 【 0 0 6 7 】

別の側面によれば、境界面領域を処理し、関心対象の構造の性質と特徴とに基づいて処理された境界面領域の次の再構成を行う方法及びシステムが開示される。

## 【 0 0 6 8 】

一実施形態では、境界面領域を処理する手段、及び処理済み領域を大腸粘膜の性質に基づき、次いで再構成する手段が提供される。

## 【 0 0 6 9 】

一実施形態では、前記ツリーの連続した2つのノード間の境界面種の要素を処理する手段が提供される。

## 【 0 0 7 0 】

別の実施形態では、仮想大腸内視鏡検査において、気体種の領域とタグ付けされた種の領域の間の境界面タイプの要素を処理する手段が提供される。

## 【 0 0 7 1 】

さらなる実施形態では、境界面種の要素を処理するステップは、典型的な大腸の粘膜要素とは異なる境界面種の要素に密度値を帰属させることで実行される。

## 【 0 0 7 2 】

一実施形態では、境界面タイプの要素を処理するステップは、気体密度をすべての境界面種の要素に帰属させることで実行される。

## 【 0 0 7 3 】

さらなる実施形態では、境界面種の要素を処理する前に、境界面種の領域が拡張される。

## 【 0 0 7 4 】

一実施形態では、境界面種の領域の拡張が、関心対象の構造の実際の位相幾何学を維持している間に実行される。

## 【 0 0 7 5 】

別の実施形態では、境界面種の要素の処理の後、処理済みの境界面種の領域の関心対象の構造の性質または特徴に基づく再構成が実行される。

## 【 0 0 7 6 】

さらなる実施形態では、処理済みの境界面種の領域の再構成が、拡張処理の間に収集されるすべての新たな要素の黙示的情報に基づいて実行される。“黙示的”という表現は、示唆または理解されるということの意味する。たとえば、粘膜は、分離されない単位画像要素（すなわち空気と組織の間の表面領域）を有する3D領域であるので、決して直接的に表現されない。しかし、粘膜の正常部分のような黙示的な特徴は、輝度値の勾配分布から抽出される。

## 【 0 0 7 7 】

一実施形態では、密度値を各境界面種の要素に、1つおきの隣接領域に帰属する全要素の黙示的情報を考慮して帰属させることで、処理済み領域の再構成が実行される。

## 【 0 0 7 8 】

一実施形態では、密度値を各境界面種の要素に、境界面種の領域を取り囲む領域に対応する領域の全要素の黙示的情報を考慮して帰属させることで、処理済み領域の再構成が実行される。

10

20

30

40

50

## 【0079】

さらなる実施形態では、各境界面種の要素への密度値の帰属が、隣接領域の要素の密度から決定された法線ベクトルから取得される相対的な空間長の黙示的情報を考慮して、実行される。

## 【0080】

一実施形態では、黙示的情報は、勾配ベクトル場、ベクトル場、及び密度ベースのベクトル場のうちの1つもしくは組合せである。

## 【0081】

一実施形態では、黙示的情報は、スカラー場、ベクトル場、及びテンソル場のうちの1つもしくは組合せである。

10

## 【0082】

別の側面によれば、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するシステムが提供される。このシステムは、前記管状構造を表現する画像データを受け取るデータ受信部と、前記データ受信部に有効に連結され、前記対応領域に前記開始点をそれぞれ配置する配置部と、前記配置部に有効に連結され、前記各領域の拡大を実行する処理部と、前記処理部に有効に連結され、前記ツリーを構築するツリー構築部と、前記ツリー構築部に有効に連結され、前記所定の位相幾何学パラメータに基づいて前記ツリーをフィルタリングすることで、前記管状構造の位相幾何学的支援の評価を決定するフィルタリング部と、を有する。

## 【0083】

一実施形態では、このシステムは、前記フィルタリング部に有効に連結され、前記管状構造の位相幾何学的支援の評価を表示する表示部をさらに有する。

20

## 【0084】

別の側面によれば、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する前記方法を実行するための命令が記録された、機械読取り可能な媒体が提供される。

## 【0085】

別の側面によれば、上述した方法により管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するビジネスの実行方法であって、管状構造における位相幾何学的支援の評価が有料で決定される方法が提供される。

## 【0086】

別の側面によれば、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するビジネスの実行方法であって、前記画像データを受け取るステップと、上述の方法を実行するステップと、前記環状構造の前記位相幾何学的支援の評価を有料で提供するステップとを有する方法が提供される。

30

## 【0087】

別の側面によれば、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するビジネスを実行する方法であって、前述のように位相幾何学的支援の評価を決定するシステムをプロバイダからサードパーティに提供するステップと、前記システムをサードパーティが有料で作動させるステップと、当該サードパーティにより料金の少なくとも一部を前記プロバイダに返還するステップとを有する方法が提供される。

40

## 【0088】

管状構造における位相幾何学的支援の評価の決定方法は、数種類の画像データに用いられるので、大いに有利である。

## 【0089】

とりわけ、仮想大腸内視鏡検査の場合、前記方法によれば、画像取得中のけいれん及び/または、たとえば、閉塞性腫瘍の存在により患者の大腸が虚脱したとしても、大腸の位相幾何学的支援の適切な評価を提供できるので、大いに有利である。

## 【0090】

さらに、仮想大腸内視鏡検査の場合、前記方法は、大腸の推定中心線を迅速に提供できるので、大いに有利である。というのも、2Dフライスルー視覚化が即座に操作者や医師

50

に提供できるからである。

【0091】

“領域”という表現は、同一の囊内ですべて互いに接触した一群の隣接単位画像要素を意味する。領域は、使用される画像データに応じて、2Dまたは3Dとすることができる。

【0092】

“管状構造”という表現は、少なくとも二つの端部を有する空洞の細長い構造を網羅的に含むと理解すべきである。

【0093】

本発明を理解しやすくするために、本発明の実施形態が、添付図面を例に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】本発明の一実施形態における、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法を示すフローチャート図である。

【図2】本発明の管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法の別の実施形態を示すフローチャート図である。

【図3】本発明の管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法の別の実施形態を示すフローチャート図である。

【図4】本発明の管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するシステムの実施形態を示すブロック図である。

【図5A】大腸を表現する画像データの一部を示す図である。

【図5B】図5Aの画像データの一部の3D表現を示す図である。

【図5C】患者の大腸の3D表現を示す図である。

【図6】位相幾何学的支援の評価を決定する方法が実装される処理デバイスの一実施形態を示すブロック図である。

【図7】Aは、管状構造の実施形態の概略図である。Bは、図7Aに示す管状構造に対応するツリーの概略図である。

【図8A】管状構造の別の実施形態の概略図である。

【図8B】図8Aに示す管状構造に対応するツリーの概略図である。

【図9A】管状構造の別の実施形態の概略図である。

【図9B】図9Aに示す管状構造に対応するツリーの概略図である。

【図10】一実施形態における追加的な隣接領域を識別する態様を示す図である。

【図11】一実施形態における大腸粘膜の再構成を示す図である。

【図12】一実施形態における大腸粘膜の再構成を示す図である。

【図13】一実施形態における大腸粘膜の再構成を示す図である。

【図14】一実施形態における大腸粘膜の再構成を示す図である。

【図15】一実施形態における大腸粘膜の再構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0095】

本発明とその利点のさらなる詳細が、下記に含まれる詳細な説明から明らかになる。以下の実施形態の説明では、本発明が実施される例を示すために、添付図面が参照される。開示される本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、種々の他の実施形態の構成と実施が可能であることが理解されよう。

【0096】

本発明は、医用画像処理の分野において特に有益な、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法及びシステムに関する。本説明を通じ、仮想大腸内視鏡検査における大腸の位相幾何学の評価に上記の方法が適用される例について説明される。しかし、当業者であれば上記の方法は、特定の適用にのみ限定されるものではなく、本説明を読むことで明らかになるように、他の種々の適用が可能であるということを理解するであろう。非制限的な例として、上記の方法は、CT筋運動記録への適用、腹部大動脈瘤の検出や

10

20

30

40

50

仮想大腸内視鏡検査への適用、肺や脳の動脈瘤への仮想大腸内視鏡検査の適用において有益である。

【 0 0 9 7 】

当業者であれば、本発明に係る管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法は、たとえば大腸がんスクリーニング検査といった、次の段階の解剖学的構造の検査を容易にする上で概して有益であるということを理解するであろう。また、当業者は、この方法が、内壁と複数の気体領域を有する大腸構造と、その内部に延在する標識された糞便領域といった少なくとも2つの位相を有する解剖学的構造に適しているということを理解するであろう。

【 0 0 9 8 】

この方法は、特定の種類の画像データに限定されないもので、特に有利である。むしろ、この方法は、下記において明らかになるように、異なる種類の画像データセットに用いることができる。とりわけ、この方法が画像データの厳密な所定の値や、所定のコントラストに依存することなく実装できるということが、当業者にとって明らかになるであろう。

【 0 0 9 9 】

実際、当業者であれば、上記のシステムと方法が、プレップレスCT結腸内視鏡、下剤不使用のCT結腸内視鏡、タグ付け剤（標識剤）による、準備が少ないCT結腸内視鏡、及びCT結腸内視鏡のための残留液/便をタグ付けする瀉下準備といった例（これらには限定されないものの）に使用できるので、特に有利であることを理解するであろう。

【 0 1 0 0 】

プレップレスCT結腸内視鏡は、次の文献に記載されている。

“Comparison of routine and unprepped CT colonography augmented by low fiber diet and stool tagging: a pilot study” Abraham H. Dachman 他著、Abdom Imaging 2007年32号（96 - 104頁）

“CT Colonography without Cathartic Preparation: Feasibility Study” Matthew R. Callstrom著、Radiology 2001、219号（693 - 698頁）

“CAD of Colon Cancer on CT Colonography Cases without Cathartic Bowel Preparation” Marius George Linguraru 他著、国際IEEE EMB S 30周年会議（カナダ、ブリティッシュコロンビア州バンクーバー、2008年8月20 - 24日開催）

これらの引用文献は、参照により本明細書に援用される。

【 0 1 0 1 】

下剤不使用のCT結腸内視鏡は、次の文献に記載されている。

“Development of a Cathartic-Free Colorectal Cancer Screening Test Using Virtual Colonoscopy: A Feasibility Study” Kristina T. Johnson著、AJR:188、2007年1月号、2936頁

“Dietary Fecal Tagging as a Cleansing Method before CT Colonography: Initial Results - Polyp Detection and Patient Acceptance” Philippe A. Lefere著、Radiology 2002、224号（393 - 403頁）、

“Noncathartic CT Colonography with Stool Tagging: Performance With and Without Electronic Stool Subtraction” C. Daniel Johnson著、AJR:190、2008年2月号（361 - 366頁）

これらの引用文献は、参照により本明細書に援用される。

【 0 1 0 2 】

タグ付け剤による、準備が少ないCT結腸内視鏡検査は、次の文献に記載されている。

“Image Quality and Patient Acceptance of Four Regimens with Different Amounts of Mild Laxatives for CT Colonography” Sebastiaan Jensch 他著、AJR. 191、2008年7月号（158 - 167頁）

この文献の記載内容は参照により本明細書に援用される。

【 0 1 0 3 】

CT結腸内視鏡のための残留物液/便をタグ付けする瀉下準備は、次の文献に記載され

10

20

30

40

50

ている。

“Efficacy of Barium - Based Fecal Tagging for CT Colonography: a Comparison between the Use of High and Low Density Barium Suspensions in a Korean Population - a Preliminary Study” Min Ju Kim 他著、J Radiol 10 (1) 2009年2月号 (25 - 33頁)

“The Alternative: Faecal Tagging, Philippe Lefere and Stefaan Gryspeerdt, Virtual Colonoscopy” Springer Berlin Heidelberg著、2006年 (35 - 49頁)

“Tagging - based, Electronically Cleansed CT Colonography: Evaluation of Patient Comfort and Image Readability” Michael E. Zalis他著、Radiology (239 - 1巻、2006年4月号 (149 - 159頁))

これらの引用文献は、参照により本明細書に援用される。

10

【0104】

当業者であれば、下剤を使用しない準備がヨウ素の使用を含むが、これは潜在的な緩副副作用を有するものの、バリウムのみによるタグ付け準備よりもすぐれた残存物のタグ付けができることを理解するであろう。

【0105】

さらに、当業者であれば、ここに開示された方法によれば、管状構造の評価を、プロセッサ資源に応じ比較的短時間で提供することが可能になるということを理解するであろう。

【0106】

典型的な最先端技術の手法は、次の文献に記載されているように、データセットごとに5 ~ 18分かかる。

20

“ACCURATE AND FAST 3D COLON SEGMENTATION IN CT COLONOGRAPHY”、Dongqing Chen、Rachid Fahmi、Aly A. Farag、Robert L. Falk、及び Gerald W. Dryden著、ISBI 2009 490-493頁

一方、本発明の方法をPentium(登録商標) IV 2.6 GHzのPCで512 × 512 × 440の単一のCTスキャンに実行したとすると、完全な結腸直腸がんのスクリーニング研究を行うための関心対象の構造、つまり寸法が比較可能でボリュームレンダリングによる視覚的な3D検査ができる2つのデータセットの、位相幾何学的な定義付けを、3 ~ 5分で行うことができる。このように、本発明の方法は、現在の最先端の方法より少なくとも2倍の速度で実行できる。

30

【0107】

図5A ~ 5Cは、管状構造、この例では大腸を表現する画像データセットの画像500と、評価された大腸トポロジ502の例を示す。

【0108】

図7Aは、内壁702と複数の異なる領域とを有する、管状構造700の例を示す。管状構造700が大腸または少なくとも大腸の一部を有する場合には、内壁702は軟組織や脂肪組織とともに大腸の粘膜を有するかもしれない。ここに示す例では、複数の異なる領域は、気体種の領域とも称される複数の第1の物質領域704と、タグ付けされた物質種の領域とも称され、タグ付けされた糞便領域に対応する複数の第2の物質領域706とを有する。

40

【0109】

本説明を通じ、“領域”という表現は、同じ囊内で互いに連続して隣接する単位画像要素のセットを意味する。領域は、用いられる画像データに依存して、2Dまたは3Dとすることができる。

【0110】

図1を参照すると、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法の、一実施形態におけるフローチャート図が示される。

【0111】

本説明を読めば明らかになるように、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法は、管状構造のツリー、つまり、管状構造内で延在する気体領域とタグ付け

50

された物質領域の連続性を表現する連続したノードを有するツリーを構築する所定のステップに依存する。

【0112】

本方法の一実施形態が、図1、7A及び7Bを参照して示される。

【0113】

処理ステップ100では、管状構造を表現する画像データが提供される。この画像データは、非制限的な例として、当該分野において知られているように、ポリュメトリック医用画像、ポリュメトリックな断層撮影画像及び/または複数の並行で連続した画像面を有することができる。

【0114】

一実施形態では、処理ステップ100は、CTスキャン装置から画像データを受け取るステップを含む。別の実施形態では、画像データは、磁気共鳴撮像(MRI)装置から受け取ってもよい。または、画像データは、ポジトロン放出断層撮影(PET)装置、X線装置、超音波装置、またはこれらの装置の組合せから受け取ることもできる。別の実施形態では、画像データは、データベースから抽出することができ、または、たとえばコンパクトディスクや画像保管通信システム(PACS)といった読取り可能な媒体から抽出できる。

【0115】

一実施形態では、画像データは、たとえば、ピクセルやボクセルといった複数の単位画像要素を有する。にもかかわらず、当業者であれば、“単位画像要素”という表現が、ピクセルやボクセルに限定されるべきではなく、むしろ同質な要素、画像や表示画面上のポイントやドット、幾何学的要素、ネットワークのメッシュ、メッシュの表面、または輝度、色、その他のパラメータが個別に関連付けられる頂点からその他までを含むことを理解するであろう。

【0116】

引き続き図1を参照すると、処理ステップ110で、異なる領域のいずれかから選択される初期領域に開始点が配置される。

【0117】

図7Aに示す例示的な実施形態では、初期開始点 $X_c$ が初期領域A1に配置される。

【0118】

好ましい実施形態では、開始点が初期領域に配置される前に、まず初期領域が選択される。一実施形態では、初期領域の選択は、操作者により手動で実行される。または、別の実施形態では、初期領域の選択は、自動的に実行される。当業者であれば、次の文献に記載されるように、初期領域の自動的選択が種々のパラメータに基づいて実行されることを理解するであろう。

“Iordanescu G, Pickhardt PJ, Choi JR, Summers RM, Automated seed placement for colon segmentation in computed tomography colonography”、Acad Radiol著、2005年2月

【0119】

好ましい実施形態では、初期領域は、下記において明確になるように、管状構造の端付近で選択される。図7Aに示す例示的な実施形態では、選択された初期領域は、大腸における盲腸付近まで延在する。

【0120】

引き続き図1を参照すると、処理ステップ120では、初期領域が拡大されて、初期の結果領域が内壁の少なくとも一部及び異なる領域の1つに対応する隣接領域の少なくとも一部を含むまで拡大が実行される。

【0121】

好ましい実施形態では、初期領域は第1の物質領域のいずれかから選択され、一方で隣接領域は、第2の物質領域のいずれかから選択される。換言すれば、以下でより詳細に示すように、想定される領域は、2種類の領域のいずれかから交互に選択される。

10

20

30

40

50

## 【0122】

好ましい実施形態では、初期領域の拡大が、初期の結果領域がさらに少なくとも管状構造内壁の外周の一部を含むまで実行される。換言すると、初期領域が選択され、そして、そのすぐそばの隣接領域が、結果領域が管状構造内壁の外周の一部を含むまで、選択される。

## 【0123】

当業者であれば、管状構造内壁の外周は、管状構造が大腸またはその一部を有する場合、軟組織及び脂肪組織、筋肉、骨もしくはその他の周辺構造、たとえば小腸の一部を含むことを理解するであろう。

## 【0124】

さらに好ましい実施形態では、初期領域の拡大は、初期の結果領域が初期領域全体を含むまで実行される。

## 【0125】

当業者であれば、従来技術による領域拡大を適用する場合、同じ領域の単位画像要素がその同質性に基づく反復処理によりグループ化され、それにより画像データの選択された部分が他から分離した関心領域に取り込まれることを理解するであろう。これらの従来技術の適用において、領域の拡大は、他の領域から1つの特定の領域を抽出するために用いられる。

## 【0126】

たとえば、公開番号US2002/0193687及び「仮想内視鏡検査の自動解析」という名称で公開された米国特許出願には、領域の拡張が次のように記載されている。「関心領域は、3次元領域の拡張方法及び初期統計の閾値を用いて分割される。ここで選択される閾値は、最大閾値に接近する。選択される最大閾値は、関心領域の一部に周辺構造を取り込むことで分割手順が失敗することなく選択することができるような値である。」

## 【0127】

当業者であれば、本説明を読むことで、本願では、他の領域から特定の領域を抽出するために画像を異なる関心ゾーンに分離することを目的として領域拡大を用いるのではないということを理解するであろう。むしろ、領域拡大は、対応する開始点を取り囲む画像の一部を選択するために用いられる。前述のように、領域拡大から得られる結果領域は、いくつかの種類の領域の部分を含む。

## 【0128】

当業者は、直接隣接する領域の選択が、ポリメトリック画像データにおいて実行されることを理解するであろう。このように、結果領域は、複数の連続した2次元画像により得られる3次元のボリュームであることが理解されよう。

## 【0129】

引き続き図1を参照すると、処理ステップ130で、初期領域に対応する初期ツリーノードを有するツリー708が形成され始める。

## 【0130】

図7A、7Bに示す例示的な実施形態では、ツリーが初期ツリーノードA1から開始される。

## 【0131】

引き続き図1を参照すると、処理ステップ140、150及び160は、下記においてより詳細に示されるように、処理ステップ120で発見された隣接領域それぞれについて実行される。

## 【0132】

実際、処理ステップ140では、次の開始点は、前に発見された隣接領域に配置される。

## 【0133】

処理ステップ150では、対応する次の領域の拡大は、次の結果領域が内壁の少なくとも一部と追加の隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行される。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 3 4 】

好ましい実施形態では、処理ステップ 1 5 0 で、隣接領域と追加の隣接領域が、対応する複数の第 1 の物質領域と複数の第 2 の物質領域のいずれかにそれぞれ属するように、追加の隣接領域が選択される。換言すると、想定される領域は、上述したように、交互に対応する種類から選択される。

## 【 0 1 3 5 】

好ましい実施形態では、対応する次の領域の拡大は、次の結果領域が管状構造内壁の外周の少なくとも一部をさらに含むまで実行される。

## 【 0 1 3 6 】

さらに好ましい実施形態では、対応する次の領域の拡大は、次の結果領域がすべての隣接領域を含むまで実行される。

## 【 0 1 3 7 】

一実施形態では、図 1 0 に示すように、追加の隣接領域の識別を、画像データの隣接部分をスキャンするとともに、初期の結果領域の領域拡大より大きい関心対象範囲を想定する処理により実行することができる。当業者であれば、領域の拡大または *ray cast* 処理を用いることができることを理解するであろう。

## 【 0 1 3 8 】

処理ステップ 1 6 0 では、隣接領域に対応するツリーノードが、既存のツリーに追加される。

## 【 0 1 3 9 】

引き続き図 1 を参照すると、処理ステップ 1 4 0、1 5 0 及び 1 6 0 は、処理ステップ 1 5 0 で発見された追加の隣接領域ごとに実行される。

## 【 0 1 4 0 】

一実施形態では、図 1 0 に示すように、領域拡大の実行は、拡大する領域に帰属する可能性のある単位画像要素を処理できるような所定の直径の球を想定する。

## 【 0 1 4 1 】

さらなる実施形態では、後に続く可能性のある領域の識別が、拡大する領域に含まれる球の直径より大きく、拡大する領域に帰属する可能性のある単位画像要素を処理できるような所定の直径の球を想定する領域拡大処理により行われる。

## 【 0 1 4 2 】

さらなる実施形態では、潜在的な次の領域のスキャンにより、領域拡大における次の領域のための追加的な開始点が識別される。

## 【 0 1 4 3 】

さらなる実施形態では、追加的開始点の識別は、密度に基づく基準値、同じ密度基準値を備えた要素の数、またはこれらの組合せに基づいて実行される。このことは、人為的な要素の想定を回避できるので、大いに有利である。

## 【 0 1 4 4 】

一実施形態では、次の追加的開始点を識別することは、結果として処理済みの領域に属する開始点要素を識別することになり、その場合、位相幾何学的情報だけが維持されてツリーに追加され、それにより、かかる開始点のために次の領域拡大が回避される。

## 【 0 1 4 5 】

図 7 A、7 B に示す例示的な実施形態では、初期ツリーノード A 1 がツリーに追加された後には、対応する開始点が領域 A 1 の隣接領域に配置される。すなわち、領域 *T alpha*、*T beta*、*T 1*、*T 2* 及び *T gamma* に対応するツリーノード *T alpha*、*T beta*、*T 1*、*T 2* 及び *T gamma* が、ツリーに追加される。

## 【 0 1 4 6 】

そうして、これら上記の領域それぞれが、存在したとしてもまだ考慮されていない他の隣接領域を発見するために、考慮される。たとえば、ツリーノード *T 1* がツリーに追加された後には、小腸の近辺の一部に対応領域 *S B 1* が発見され、対応するノード *S B 1* がツリーに追加される。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 4 7 】

発見された各隣接領域が、処理ステップ 1 4 0、1 5 0 及び 1 6 0 で処理された後には、処理ステップ 1 7 0 で、ツリーが所定の位相幾何学パラメータに基づきフィルタリングされ、それにより管状構造の位相幾何学的支援の評価が決定される。

## 【 0 1 4 8 】

一実施形態では、前記ツリーのフィルタリングは、ツリーノードそれぞれを交互に連続してリンクすることを含む。

## 【 0 1 4 9 】

さらなる実施形態では、所定の値より小さい面積または体積を有する領域に対応する無効なブランチとノードは、下記においてより詳細に示されるように、ツリーからキャンセルできる。無効なブランチは、下記において明らかになるように、管状構造の 2 つの端部の間の連続した経路を提供するために用いることができないツリーの一部として定義される。

10

## 【 0 1 5 0 】

引き続きさらなる実施形態では、関心対象の管状構造に属さない構造にまぎれもなく属しているツリーの一部、たとえば骨格構造も、ツリーから除去できる。実際、骨部分に対応するノードは、ツリーに含まれうるだろう。にもかかわらず、当業者であれば、次の文献に記載されているように、骨の除去を行うことができることを理解するであろう。

“ Automatic vessel extraction by patient motion correction and bone removal in brain CT angiography ”、Helen Hong 他著、International Congress Series 1281 巻、2005 年 5 月、369-374 頁

20

当業者は、また、種々の他の方法を考慮可能であることを理解するであろう。

## 【 0 1 5 1 】

一実施形態では、所定の位相幾何学パラメータが、管状構造における既知のトポロジに基づいて用いられる。たとえば、管状構造は、2 つの端部の間の連続する経路を有するが、ループした部分は有さない。

## 【 0 1 5 2 】

この時点で、管状構造における位相幾何学的支援の凡その評価が得られる。

## 【 0 1 5 3 】

図 7 A 及び 7 B に示す実施形態では、ノードが互いにリンクされた後には、単一の連続した経路が直腸と盲腸の間に延在する。当業者は、それゆえ、この経路が管状構造の位相幾何学的支援の凡その評価を表していることを理解するであろう。さらに、他のツリーのブランチは連続した経路を見出すために用いられないので、これらのブランチはツリーから随意にキャンセルできる。

30

## 【 0 1 5 4 】

一実施形態では、以下でより詳細に示すように、管状構造の位相幾何学的支援の評価が決定された後には、次いで、管状構造の推定中心線が推定される。

## 【 0 1 5 5 】

一実施形態では、連続した経路の領域の中心が、中心線を概ね推定するために用いられる。にもかかわらず、当業者であれば、中心線の凡その推定を提供するために他の種々の方法を使用できるということを理解するであろう。たとえば、次の文献に記載されているように、位相幾何学的に細線化した領域、または概ね分離された領域からボロノイ図により抽出された中心線が用いられる。

40

“ Skeletonization and its Applications ”、Kalman Palagyi 著、画像処理・コンピュータグラフィック学部、セゲド大学、ハンガリー、2009 年 画像処理夏季コース

当業者には既知であるが、レベル設定処理、または距離ベースのスケルトン（骨格）化を含む他の方法を用いることができる。

## 【 0 1 5 6 】

さらなる実施形態では、以下で詳細に示すように、管状構造の位相幾何学的支援の評価が、操作者に対し表示される。

50

## 【 0 1 5 7 】

図 2 を参照すると、好ましい実施形態では、第 2 の初期開始点を用いることができる。

## 【 0 1 5 8 】

実際に、図 7 A に示すように、完全な管状構造を確実に考慮するために、好ましい実施形態では、2 つの開始点、すなわち管状構造の第 1 の端部に最近似する第 1 の開始点と、管状構造の第 2 の端部に最近似する第 2 の開始点が、有利に用いられる。管状構造が大腸である場合、2 つの初期開始点は、盲腸と直腸との最も近くに配置される。このようにして、2 つの開始点に対応する 2 つのノード間の連続した経路を見いだすことで、管状構造の全体を完全な状態で確実に考慮できるので、大いに有利である。

## 【 0 1 5 9 】

図 7 A に示すような例示的な実施形態では、第 2 の開始点 X r が直腸に配置される。2 つの開始点に対応する 2 つのノード間に連続した経路が存在するので、この連続した経路は、以下においてより詳細に示すように、管状構造全体における位相幾何学的支援を表現できる。

## 【 0 1 6 0 】

よって、さらに図 2 を参照すると、処理ステップ 2 0 0 では、追加的開始点が、直腸に対応する領域のうちの 1 つから選択された追加的初期領域に配置される。

## 【 0 1 6 1 】

当業者であれば、一実施形態では、追加的開始点に関する処理ステップを開始点に関する処理ステップと並行で実行することが有利であることを理解するであろう。または、これらの 2 つの処理は、相次いで実行してもよい。

## 【 0 1 6 2 】

好ましい実施形態では、追加的開始点を追加的初期領域に配置する前に、追加的初期領域を、処理ステップ 1 1 0 での初期領域と同様にまず選択する。一実施形態では、追加的初期領域の選択は、操作者により手動で実行される。また、別の実施形態では、追加的初期領域の選択は、自動的に実行される。

## 【 0 1 6 3 】

仮想大腸内視鏡検査の場合、一実施形態では、追加的開始点の自動的選択は、患者に対向したときには下向きの大腸が患者の腹部の右側に位置しており細長い空気溜りに対応するといった人体形態学を考慮し、画像データの全体的なヒストグラムに基づいて、気体状の要素の体積を評価することで実行される。同様に、S 字結腸が、骨盤形態学に基づき、直腸近辺の際立った空気溜り（たいていの場合、画像データセットの“底部”に位置する）を探索することで、識別される。当業者であれば、これらの 2 つの方法が本発明の範囲を限定するものではなく、このような形態学的アプローチが本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて多数可能であることを理解するであろう。

## 【 0 1 6 4 】

当業者であれば、さらなる実施形態では、複数の追加的開始点が同時に用いられる一方に対応するツリーが構成されることを理解するであろう。また、当業者は、一実施形態では、ツリーに既に含まれる領域を選択しないようにするために、追加的開始点の選択ルールが用いられることを理解するであろう。

## 【 0 1 6 5 】

好ましい実施形態では、上述したように、選択された初期領域は、管状構造の一端付近まで延在する。さらに好ましい実施形態では、選択された追加的初期領域は、管状構造の他の端部付近まで延在する。

## 【 0 1 6 6 】

上述したように、図 7 A に示す例では、選択された初期領域は、大腸の盲腸付近まで延在する一方、選択された追加的初期領域は大腸の直腸付近まで延在する。

## 【 0 1 6 7 】

処理ステップ 2 1 0 では、追加的初期領域の拡大が、追加的な初期の結果領域が内壁の少なくとも一部と、異なる領域の端部に対応する追加的隣接領域の少なくとも一部を含む

10

20

30

40

50

まで、実行される。

【0168】

処理ステップ220では、追加的初期領域に対応する初期ツリーノードを有する追加的ツリーが形成され始める。

【0169】

引き続き図2を参照すると、下記においてさらに詳述されるように、処理ステップ230、240及び250が、処理ステップ220で発見された各追加的隣接領域について実行される。

【0170】

実際に、処理ステップ230で、追加的な次の開始点が、対応する追加的な隣接領域に配置される。

【0171】

処理ステップ240では、対応する次の領域の拡大が、追加的な次の結果領域が内壁の少なくとも一部、及び追加的な隣接領域の少なくとも一部を含むまで実行される。

【0172】

処理ステップ250では、追加的隣接領域に対応するツリーノードが、追加的ツリーに追加される。

【0173】

引き続き図2を参照すると、処理ステップ230、240、及び250が、処理ステップ240で発見された各追加的隣接領域について実行される。

【0174】

発見された追加的な隣接領域それぞれが処理ステップ230、240及び250で処理されると、処理ステップ260で、追加的ツリーが既存のツリーとともにグループ化される。

【0175】

一実施形態では、追加的ツリーと既存ツリーのグルーピングは、同じ領域に対応する各ツリーで少なくとも1つのノードを発見するステップと、2つのツリーをこの共通のノードに基づいて合体するステップを有する。にもかかわらず、当業者であれば、下記において詳述するように、ツリーを一体としてグルーピングするために、種々の他の手法が考えられるということを理解するであろう。

【0176】

処理ステップ270で、ツリーを所定の位相幾何学的パラメータに基づいてフィルタリングし、それにより管状構造の位相幾何学的支援の評価を決定できる。

【0177】

当業者であれば、大腸の位相幾何学的支援の決定の特有な適用として、少なくとも1つの補助的開始点を使用できるということを理解するであろう。実際には、いくつかの場合において、検査される患者の大腸が、画像取得中のけいれん及び/または、たとえば閉塞性腫瘍の存在によって、虚脱しうる。大腸が虚脱すると、その内壁が盲腸と直腸間の経路の障害となりうる。そして、大腸内の容積が複数の管状の部分に分離され、図1を参照して示された前記方法では、以下で詳述するように、大腸の全長における位相幾何学的支援の評価ができなくなる。その場合、ツリーが開始点と追加的開始点それぞれに対応するツリーノード間の少なくとも1つの連続した経路を含むまで、対応ツリーノードをツリーに追加するために、対応する数の補助的開始点を用いることができる。

【0178】

一実施形態では、対応する補助的ツリーが補助的開始点それぞれについて構築され、そして補助的ツリーは既存のツリーにグルーピングされる。

【0179】

当業者は、かかる補助的開始点が、管状構造が3つ以上の端部を有するような場合にも用いることができるということを理解するであろう。その場合、全体の構造を確実に考慮するために、管状構造の端部ごとに対応する開始点を用いることが有利である。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 8 0 】

仮想大腸内視鏡検査の場合の一実施形態では、大腸の形態学的パラメータが補助的開始点を配置するために用いられる。たとえば、大腸が長細い連続した構造であるので、補助的開始点は、ツリーまたは補助的ツリーの空間的に長い部分に配置される。

## 【 0 1 8 1 】

上述したように、この時点で、大腸の位相幾何学的支援の凡その評価が得られる。当業者であれば、この凡その評価が領域を分離せずに得られるということが（下記において明らかにもなるように）大いに有利であるということ、理解するであろう。

## 【 0 1 8 2 】

当業者であれば、この凡その評価が管状構造の凡その中心線を提供でき、このことが大いに有利であるということ、理解するであろう。実際、凡その中心線に基づいて、2Dのフライスルー視覚化を提供することができる。換言すると、関心対象でない画像の全ての部分を、取得した凡その中心線に従ってマスクすることができる。このことは大いに有利である。というのも、操作者が、画像の関心対象でない他の領域に妨げられることなくより便利な方法で画像データをレビューできるからである。このことは、ことさら大いに有利である。というのも、画像のレビューに典型的に要求される訓練を減少させながら、操作者による画像のレビューを大幅に高速化できるからである。かかるアプローチは、いくつか例を挙げると、同じ画像の異なる部分に残存するタグ付けされた液体や、画像の異なる部分における主な病変の存在に気を散らせていた経験不足の判読者には、大いに価値があるといえよう。

## 【 0 1 8 3 】

また、当業者であれば、ボリュームレンダリング処理を使用する3Dフライスルー視覚化も提供できることを理解するであろう。

## 【 0 1 8 4 】

上述したように、取得される管状構造の位相幾何学的支援の凡その評価は、大腸内の気体種の領域とタグ付けされた領域の入れ替わりが大腸に沿って盲腸と直腸の間で生じるという事実に基づいて行われる。この入れ替わりは、位相幾何学的支援の評価の決定を促進する。

## 【 0 1 8 5 】

このように、上述した方法では、気体種の領域とタグ付けされた領域の境界面、及び気体種の領域またはタグ付けされた領域と大腸組織との境界面は、凡その評価を提供するために用いられも考慮もされていない。

## 【 0 1 8 6 】

当業者であれば、典型的には、主にこれらの境界面には標識されていないかまたは標識されたが同質ではない糞便が含まれるので、これらの境界面において異なる種類の領域の識別が困難であるということ、理解するであろう。

## 【 0 1 8 7 】

前記方法の好ましい実施形態では、さらに、大腸の位相幾何学的支援の精密な評価が得られる。この精密な評価は、関心対象の境界面、すなわち、前記ツリーの連続した2つのノード間に伸びるブランチに対応する境界面の帰属または分類を規定することで得られる。実際に、関心対象の境界面が気体種の領域とタグ付けされた領域の間の境界面、または、大腸組織との境界面として規定された後には、ツリーのフィルタリングが、以下において詳述するように改善される。

## 【 0 1 8 8 】

ここで図3を参照して、前記方法のさらなる実施形態を示す。この実施形態では、管状構造の位相幾何学的支援の精密な評価が決定される。当業者が以下において理解するように、この実施形態では、種々の種類の境界面が識別されて分類され、位相幾何学的支援の評価をさらに精密にする。

## 【 0 1 8 9 】

よって、処理ステップ300では、ツリーが取得された後には、対応ツリーノードに対

10

20

30

40

50

応する各領域の単位要素ごとに、対応する分類が決定される。換言すると、処理ステップ 120、150、210または240の間に第1の物質種の領域または第2の物質種の領域として領域が規定された後には、その領域の各単位画像要素がこの種類の領域に帰属するものとみなされる。

【0190】

一実施形態では、分類の決定が、第1の物質クラスを、対応ツリーノードに対応する第1の物質領域の各単位画像要素に割り当てるステップと、第2の物質クラスを、対応ツリーノードに対応する第2の物質領域の各単位画像要素に割り当てるステップを含む。大腸の位相幾何学的評価の特有の適用において、対応する単位画像要素は、気体種の領域またはタグ付けされた領域に帰属するものとして“分類”される。

10

【0191】

この時点で、残存するが未だ考慮されていない単位要素が気体領域とタグ付けされた領域の境界面、または大腸組織との境界面のいずれかに帰属する。

【0192】

さらなる処理ステップが、ツリーの連続した2つのノード間に伸びる境界面の種の識別を提供するために、実行される。関心対象の境界面が適切に識別された後には、位相幾何学的支援の精密な評価が提供される。このことは、以下の説明を読んだ当業者に理解されよう。

【0193】

引き続き図3を参照すると、関心対象の各境界面の種を識別するために、処理ステップ310及び320が、後に詳述するように、領域拡大に対応する結果領域に含まれる、残存する単位画像要素ごとに実行される。

20

【0194】

処理ステップ310では、少なくとも1つの近接パラメータが、対応する単位画像要素とツリーノードに対応する少なくとも1つの隣接領域の間の距離に基づいて、関心対象の各単位画像要素について決定される。当業者であれば、近接パラメータの使用が、分離処理や定量パラメータに依存せず、むしろ質的なパラメータに依存するため、有利であることを理解するであろう。

【0195】

一実施形態では、複数の近接パラメータが、関心対象の単位画像要素とその周囲に延在する各領域の間の各距離を考慮に入れるために、用いられる。

30

【0196】

処理ステップ320では、対応する単位画像要素の所属を対応クラスに定義づける、少なくとも1つの所属パラメータが、少なくとも1つの対応する近接パラメータに基づいて決定される。当業者であれば、帰属パラメータの決定は、画像データを取り替えたり変更したりしないので、有利であることを理解するであろう。

【0197】

一実施形態では、単位画像要素の所属が種々の追加パラメータに基づいて決定される。たとえば、選択された単位画像要素を取り囲む隣接領域の形態学及び形状が、管状構造の全体の位相幾何学と同様に、考慮される。さらなる実施形態では、かかる形態学パラメータのうちの1つは、残存する液体が、物理的には他の液体と同様に、その表面を平坦にする傾向を有するという事実を利用する。大きい平坦領域を実現することは、管腔などの空洞器官を表現しにくい、このことはタグ/気体境界面(残存するタグ付けされた液体の上部水平面)を大いに際立たせて特徴づける。

40

【0198】

処理ステップ310、320は、関心対象の単位画像要素、すなわち関心対象の境界面の識別を容易にする要素ごとに実行される。

【0199】

関心対象の単位画像要素が処理ステップ310、320で処理された後には、処理ステップ330で、ツリーの連続した2つのノード間の境界面の種が、連続した2つのノード

50

に対応する対応領域に隣接する対応単位画像要素の対応する帰属先に基づいて、決定される。

【0200】

一実施形態では、さらに、ツリーの連続した2つのノード間の境界面の決定が、単位画像要素の密度に基づく分布、対応する単位画像要素の同質性に基づく分布、関心対象の構造の位相幾何学的情報、及び境界面種の形態学的パラメータのうちから選択される、少なくとも1つの追加パラメータに基づいて、実行される。当業者であれば“密度に基づく分布”という表現が、密度分布、微分形態、及びその組合せに及ぶことを理解するであろう。同様に、“同質性に基づく分布”という表現は、分布同質性、微分形態、及びその組合せに及ぶと理解すべきである。

10

【0201】

実際に、特定の密度分布と関心対象の境界面における単位画像要素分布同質性は、PCT出願公開(国際公開番号WO/2007/048091、名称“構造分析のためのシステム、方法、ソフトウェア構成、及びコンピュータ断層撮影された大腸画像の電子的洗浄のためのコンピュータ読取り可能媒体”)に記載されるように、境界面種を決定するのに用いられる。近接パラメータと管状構造の位相幾何学的知見については、このPCT出願には記述されていないことに留意すべきである。

【0202】

また、関心対象の境界面の形態学が想定される。たとえば、関心対象の境界面の厚さと体積とが考慮される。とりわけ、境界面の平坦形状やフレア形状といった形状が用いられる。

20

【0203】

一実施形態では、いかなる領域にも属さず、次の領域の識別プロセスで処理される残存する各単位画像要素が、他の要素とともに潜在的な境界面要素としてグループ化される。

【0204】

別の実施形態では、潜在的な境界面種の要素が、ツリーの位相幾何学的情報に基づいて、2つのグループにグループ化される。ツリーの位相幾何学的情報は、かかる2グループが非境界面要素と境界面種の要素であるという情報であって、境界面種の要素はツリーの連続した2つのノード間に位置する。

【0205】

引き続き図3を参照すると、処理ステップ340で、精密な管状構造の位相幾何学的支援の評価が、ツリーの連続した2つのノード間における決定された境界面種に基づいて決定される。

30

【0206】

当業者であれば、上述した実施形態では、ツリーのフィルタリングが、ツリーノード間の境界面の種のおかげで改善されるということを理解するであろう。

【0207】

一実施形態では、上述したように、ツリーのフィルタリングは、ツリーノードを順次連続してリンクするステップを有することができる。

【0208】

そして、ツリーは、概して少なくとも1つの主経路とその結果として少なくとも1つの閉ループ及び追加ブランチとを有する。

40

【0209】

一実施形態では、ツリーが、閉ループの少なくとも一部と、少なくとも1つの追加ブランチ、典型的には無効なブランチを削除することでフィルタリングされる。

【0210】

好ましい実施形態では、管状構造の二極間の連続した経路を提供するのに用いることができない無効なブランチ(もしあれば)が、ツリーから削除される。さらなる実施形態では、ツリーが、さらに、第1のノードが所定の値より小さい領域ボリュームの領域に関連付けられた閉ループ(もしあれば)の部分を削除することで、削除される。

50

## 【0211】

換言すると、より小さい領域、概して大腸の全体を占めずに大腸の内壁に向かって伸びるタグ付けされた領域は、ツリーから削除される。実際に、もし小さいタグ付けされた領域が閉ループの一部の第1のノードのときには、かかる領域は、小腸部分や骨などの大腸外部の領域に対応するツリーの一部とすることができる。かかる領域は、図8A～9Bに示して下記に詳述するように、大腸内で延在する2つの領域間の誤った近道でもある。

## 【0212】

実際に、図7Bでは、ノードSB1を有するブランチは、上述したように無効なブランチに対応するので、キャンセルすることができる。

## 【0213】

図8Bで、ノードT1を有するループ部分は、図8Aに示すように、対応するT1-A1境界面が軟組織内に延在するものと識別されるので、キャンセルすることができる。

## 【0214】

図9A、9Bにおいて、当業者であれば、境界面の分類が、領域A1とT1の間の便利な経路を選択するのに役立つことを理解するであろう。

## 【0215】

好ましい実施形態では、管状構造の精密な推定中心線が、位相幾何学的支援の精密な評価に基づいて決定される。

## 【0216】

当業者であれば、この実施形態は、特定の関心対象についてのものであることを理解するであろう。というのも、管状構造の中心線がその構造を容易にレビューするために十分密接であるからである。

## 【0217】

一実施形態では、画像データに沿った精密な推定中心線が3D視覚化のためのボリュームレンダリングエンジンに提供される。さらなる実施形態では、画像データは、タグ付けされた物質領域を除去するための事前の電子的洗浄手順により処理される。かかる電子的洗浄手順は、“内視鏡検査における画像データのフィルタリング方法及びシステム、ならびにその使用”と称する本出願人により並行して係属するPCT出願に記載されている。なお、同出願の明細書は参照により本明細書に援用される。

## 【0218】

当業者であれば、一実施形態では、初期領域の拡大が実行され、第1の物質領域のための第1の物質閾値と第2の物質領域のための第2の物質閾値が、提供される画像データの種類に基づいて決定されることを理解するであろう。

## 【0219】

別の局面では、構造のトポロジが実行された後には、境界面領域が処理され、そして、図11～15に示すように、関心対象の構造の性質や特徴に基づいて、処理された境界面領域の次の領域の再構成が実行される。

## 【0220】

一実施形態では、境界面領域と処理済み領域の次の領域の再構成を大腸粘膜の性質や特徴に基づいて処理する手段が提供される。

## 【0221】

一実施形態では、ツリーの連続した2つのノード間の境界面要素を処理する手段が提供される。

## 【0222】

別の実施形態では、仮想大腸内視鏡検査における気体種の領域とタグ付けされた種の領域の間の境界面種の要素を処理する手段が提供される。

## 【0223】

さらなる実施形態では、境界面種の要素の処理が、典型的な大腸粘膜要素とは異なる全ての境界面種の要素に密度値を帰属させることで、実行される。たとえば、一実施形態では、境界面種の要素の処理は、全ての境界面種の要素に気体密度を帰属させることで、実

10

20

30

40

50

行される。当業者であれば、気体種の領域の値より小さい値など、他の値を選択可能であることを理解するであろう

【0224】

さらなる実施形態では、境界面種の要素の処理に先立ち、境界面種の領域が拡張される。

【0225】

一実施形態では、境界面種の領域の拡張は、関心対象の構造の実際の位相幾何学化が維持される間に実行される。

【0226】

別の実施形態では、境界面種の要素の処理は、関心対象の構造の性質や特徴に基づいて、処理済みの境界面種の領域の再構成に続いて実行される。

10

【0227】

さらなる実施形態では、処理済みの境界面種の領域の再構成が、拡張処理の間に集められる全ての新しい要素の黙示的な情報に基づいて、実行される。“黙示的”という表現が、示唆または理解されるということの意味し、直接的に表現されるものではないということに留意すべきである。たとえば、粘膜は、分離されない単位画像要素（すなわち空気と組織の間の表面領域）を有する3D領域であるので、決して直接的に表現されない。しかし、粘膜の正常部分のような黙示的な特徴は、輝度値の勾配分布から抽出される。

【0228】

一実施形態では、輝度値を各境界面種の要素に、1つおきの隣接領域に帰属する全要素の黙示的情報を考慮して帰属させることで、処理済み領域の再構成が実行される。

20

【0229】

一実施形態では、輝度値を各境界面種の要素に、境界面種の領域を取り囲む領域に対応する領域の全要素の黙示的情報を考慮して帰属させることで、処理済み領域の再構成が実行される。

【0230】

さらなる実施形態では、各境界面種の要素への輝度値の帰属が、隣接領域の要素の輝度から決定された法線ベクトルから取得される相対的な空間長の黙示的情報を考慮して、実行される。

【0231】

一実施形態では、黙示的情報は、勾配ベクトル場、ベクトル場、及び輝度ベースのベクトル場のうちの1つもしくは組合せであり、別の実施形態では、黙示的情報は、スカラー場、ベクトル場、及びテンソル場のうちの1つもしくは組合せである。

30

【0232】

引き続き図11～15を参照すると、黙示的情報に基づく処理が詳細に示される。一実施形態では、所定の境界面の隣接領域と、その境界面でつながっている2つの異なる領域の隣接領域の交差点の分離が実行される。境界隣接領域の分離部分は、再構成支援と称される。

【0233】

黙示的な幾何学的特徴が抽出され、境界面領域の限界で再構成の支援行動についての情報を提供する。共通の特徴は、画像要素の輝度の勾配に基づく黙示的な法線ベクトル場である。当業者は、かかる黙示的情報は、境界面種の領域内の各単位画像要素の再構成を可能にするが、特に仮想大腸内視鏡検査の場合には大腸粘膜を取り囲む特定の関心対象を有することを理解するであろう。

40

【0234】

境界面の各要素が目的領域(Air)に帰属する確率を計算することができる。この確率、またはメンバシップは、所定の黙示的特徴の継続性を最大化するために計算される。法線ベクトル場の場合、各ボクセルのメンバシップは、投影の輝度、すなわち再構成すべき所定のボクセルの中心により形成されるベクトル、及び補助的隣接ボクセルの中心、ならびに支援する隣接ボクセルの黙示的な法線ベクトルに基づく。

50

## 【 0 2 3 5 】

境界面領域の輝度値は、目的領域の分布と支援領域の間で、メンバシップに基づいて再構成される。

## 【 0 2 3 6 】

図 1 5 は、関心領域の規定された位相幾何学を保存することにより大腸の潜在的なひだを除去することを回避するために、近傍の境界面がどのようにして処理されるかを示す。このことは、しばしばひだを除去する従来技術を上回る利点を有する。

## 【 0 2 3 7 】

別の側面によれば、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するためのシステムが提供される。

10

## 【 0 2 3 8 】

図 4 を参照すると、かかるシステムの実施形態が示される。システム 4 0 0 は、管状構造を表現する画像データ 4 0 4 を受信するデータ受信部 4 0 2 を有する。

## 【 0 2 3 9 】

また、システム 4 0 0 は、データ受信部 4 0 2 に有効に連結され、対応領域の開始点を配置する配置部 4 0 6 を有する。配置部 4 0 6 は、画像データ 4 0 4 をデータ受信部 4 0 2 から受信して、選択された領域 4 0 8 に提供する。

## 【 0 2 4 0 】

一実施形態では、配置部 4 0 6 は、上記において詳述したように、2つの開始点を配置するために、管状構造の端部に最も近い初期領域を規定するのに適用されるモジュール( 図示を省略)を有する。

20

## 【 0 2 4 1 】

別の実施形態では、システム 4 0 0 は、配置部 4 0 6 に有効に連結され、開始点配置パラメータ 4 1 2 を提供することで、操作者に開始点配置の支援手段を提供する、オプションのユーザインターフェース 4 1 0 を有する。好ましい実施形態では、ユーザインターフェース 4 1 0 は省略され、そして開始点が、操作者の関与なしに自動的に配置される。

## 【 0 2 4 2 】

システム 4 0 0 は、配置部 4 0 6 に有効に連結され、各領域の拡大を実行する処理部 4 1 4 を有する。処理部 4 1 4 は、選択された領域 4 0 8 を配置部 4 0 6 から受信してノードデータ 4 1 6 を提供する。当業者であれば、処理部 4 1 4 が、次の領域データ 4 1 8 を配置部 4 0 6 に提供し、次の開始点を、対応領域に、各関心領域が考慮されるまで配置する、ということを理解するであろう。

30

## 【 0 2 4 3 】

システム 4 0 0 は、処理部 4 1 4 に有効に連結されてツリーを構築するツリー構築部 4 2 0 を有する。ツリー構築部 4 2 0 は、ノードデータ 4 1 6 を処理部 4 1 4 から受け取って、これに回答してツリーデータ 4 2 2 を返す。

## 【 0 2 4 4 】

システム 4 0 0 は、ツリー構築部 4 2 0 に有効に連結されて所定の位相幾何学パラメータに基づきツリーをフィルタリングすることで、管状構造の位相幾何学的支援の評価を決定するフィルタリング部 4 2 4 を有する。フィルタリング部 4 2 4 は、ツリーデータ 4 2 2 をツリー構築部 4 2 0 から受け取り、これに回答して評価データ 4 2 6 を返す。

40

## 【 0 2 4 5 】

一実施形態では、オプションのユーザインターフェース 4 1 0 がフィルタリング部 4 2 4 に有効に接続され、パラメータ 4 2 8 をフィルタリングすることで、操作者に前記ツリーのフィルタリングを支援する手段を提供する。好ましい実施形態では、ユーザインターフェース 4 1 0 が省略され、操作者が関与することなくツリーが自動的にフィルタリングされる。

## 【 0 2 4 6 】

引き続き図 4 を参照すると、一実施形態では、本システムは、フィルタリング部 4 2 4 に有効に連結されて、評価データ 4 2 6 を受け取り、管状構造の位相幾何学的支援の評価

50

を表示する表示部 4 3 0 をさらにオプションで有する。さらなる実施形態では、ユーザインターフェース 4 1 0 を表示部 4 3 0 に有効に連結し、これに表示パラメータ 4 3 2 を提供するようにしてもよい。

【 0 2 4 7 】

さらに別の実施形態では（図示を省略するが）、システム 4 0 0 は、フィルタリング部 4 2 4 に有効に連結されて異常検出を行うコンピュータ支援検出部（図示を省略）または異常診断を行うコンピュータ支援診断部（図示を省略）に評価データ 4 2 6 を送信する送信部をさらに有してもよい。送信部は、評価データ 4 2 6 の無線送信を可能にする無線モジュール（図示を省略）を備えることができる。当業者であれば、評価データは、本出願の範囲を逸脱しない限りにおいて、種々のプロトコルに従って無線モジュールを用いて送信されることを理解するであろう。当業者は、有線送信を用いてもよいことを理解するであろう。一実施形態では、送信が、インターネットを用いて行われる。

10

【 0 2 4 8 】

管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するシステムは、前述のように、画像データの遠隔処理を可能にするので、大いに有利である。実際に、画像データは、診療所や病院施設で撮像装置により取得され、公的または私的なデータネットワークを介して遠隔の処理センタに送信されて処理センタで処理される。そして、評価データは、所定の医師が視覚で解析するために診療所や病院に送られる。

【 0 2 4 9 】

また、当業者であれば、このシステムが撮像装置に統合されたり、操作可能に接続されたりしてもよいことを理解するであろう。

20

【 0 2 5 0 】

また、当業者は、一実施形態で、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する前記の方法が、処理デバイス上で実行されるコンピュータプログラムに埋め込まれてもよいことを理解するであろう。このコンピュータプログラムは機械で読取り可能な媒体に格納された命令を有してもよく、上述の方法を実行して位相幾何学的支援の評価を決定する。

【 0 2 5 1 】

別の側面では、上述の方法に基づいて管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するビジネスの実行方法が提供される。

30

【 0 2 5 2 】

一実施形態では、管状構造の位相幾何学的支援の評価が有料で決定される。

【 0 2 5 3 】

別の実施形態では、前記のビジネスの実行方法は、画像データを受信するステップ、前述のように管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法を実行するステップ、及び管状構造の位相幾何学的支援の評価を有料で提供するステップを有する。

【 0 2 5 4 】

別の実施形態では、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するビジネスの実行方法は、プロバイダがサードパーティに、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するシステムを前述のように提供するステップ、サードパーティのオペレーションによりシステムを有料で動作させるステップ、及びサードパーティによりプロバイダに少なくとも料金の一部を払い戻すステップを有する。

40

【 0 2 5 5 】

ここに示される管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するシステムは、システムの所有者により操作されてもよいことが理解されよう。また、このシステムは、サードパーティが有料で動作させてもよい。一実施形態では、料金が売り上げとして共有されてもよいし、一方代替的な実施形態では、料金が固定費を含んでもよい。

【 0 2 5 6 】

ここで図 6 を参照すると、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定する方法が有利に使用される処理デバイス 6 0 0 の実施形態が示される。

50

## 【0257】

処理デバイス600は、中央処理部(CPU)602、入出力デバイス604、ネットワークインターフェース回路608、データバス606及びメモリ610を有する。CPU602、入出力デバイス604、ネットワークインターフェース回路608及びメモリ610は、データバス606を用いて有効に接続される。

## 【0258】

より正確には、CPU602は、データ処理用に、命令データを処理するために適用される。ネットワークインターフェース回路608は、処理デバイス600を他の処理デバイス(図示を省略)にデータネットワーク(図示を省略)を経由して接続するために、処理デバイス600に有効に接続される。当業者であれば、ネットワークインターフェース回路608の種々の実施形態が提供可能であることを理解するであろう。また、当業者は、ネットワークインターフェース回路608がたとえばTCP/IPといった種々の通信プロトコルに従って動作できることを理解するであろう。

10

## 【0259】

入出力デバイス604は、ユーザが処理デバイス600と相互作用することを可能にするために用いられる。当業者であれば、入出力デバイス604の種々の実施形態を用いることができることを理解するであろう。たとえば、入出力デバイス604は、キーボード、スクリーン、及びマウスの少なくとも1つを有することができる。

## 【0260】

当業者は、データバス606の種々の実施形態が可能であることを、理解するであろう。

20

## 【0261】

また、メモリ610の種々の実施形態が提供されることが理解されよう。とりわけ、メモリ610は、一実施形態では、オペレーティングシステム612、管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定するモジュール614、及びモジュール614に管状構造における位相幾何学的支援の評価を決定させるために用いられるデータベース616の格納用に用いられることが理解されよう。

## 【0262】

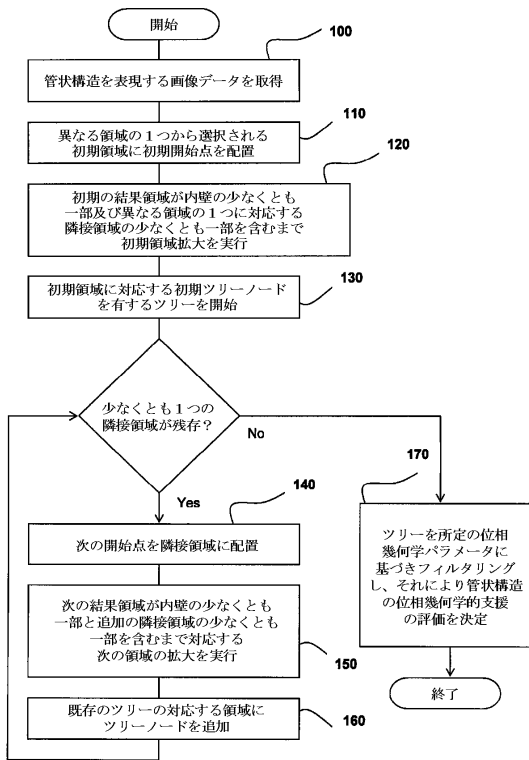
当業者であれば、オペレーティングシステム612が、CPU602、入出力デバイス604、ネットワークインターフェース回路608、データバス606及びメモリ610の間の相互作用を管理するために用いられるということを理解するであろう。

30

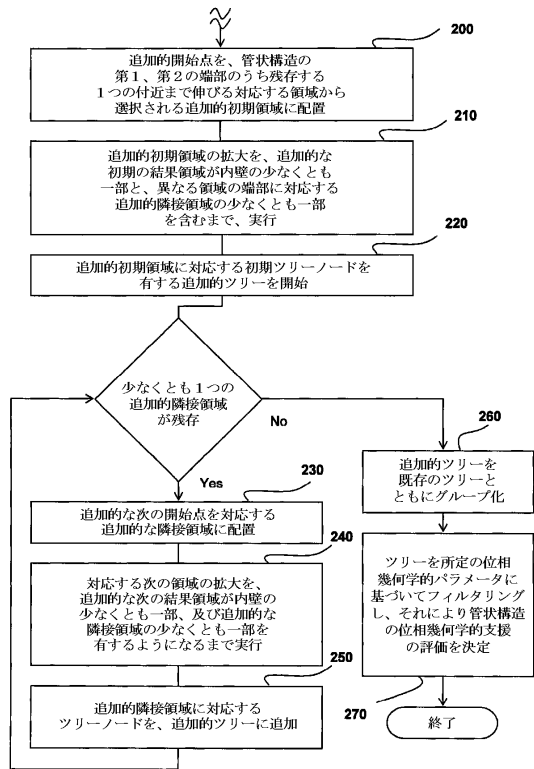
## 【0263】

上述の説明は、現時点で発明者が特に好ましいと考える実施形態に関するものであるが、本発明は、ここに示した要素と機械的及び機能的に等価な要素をその広範な側面において含むということに留意すべきである。たとえば、前記の方法は、動物同様人体の異なる解剖学的構造の検査にも適用できる。

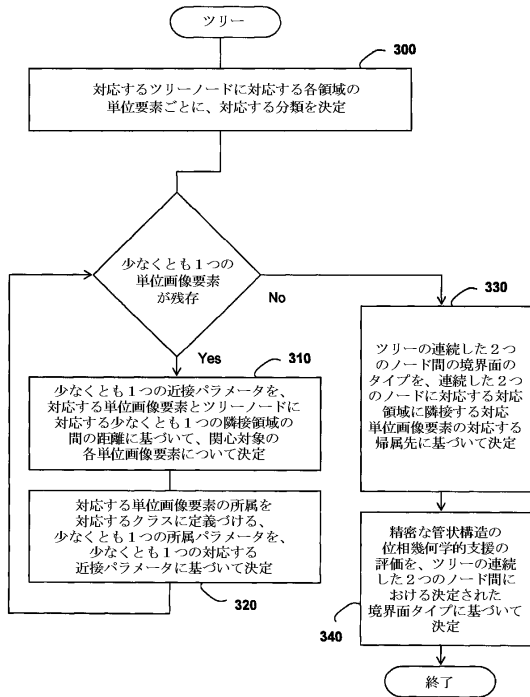
【図1】



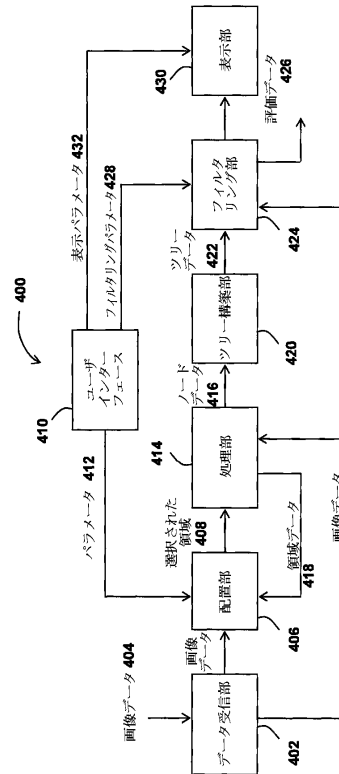
【図2】



【図3】



【図4】





【 図 8 A 】

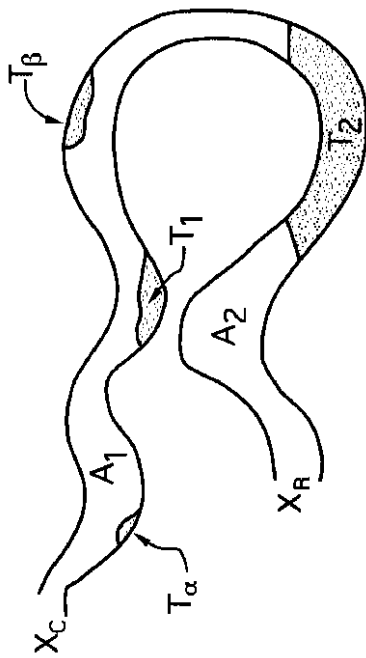


FIG.8A

【 図 8 B 】

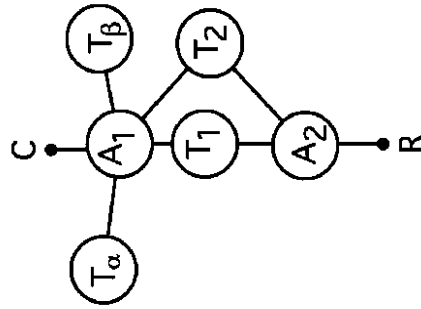


FIG.8B

【 図 9 A 】

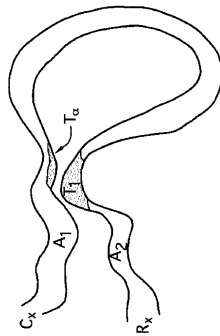


FIG.9A

【 図 9 B 】

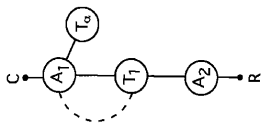
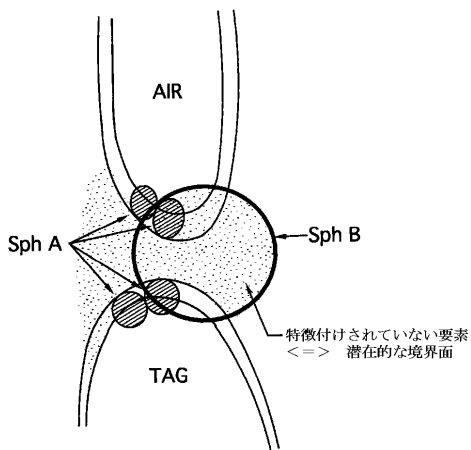
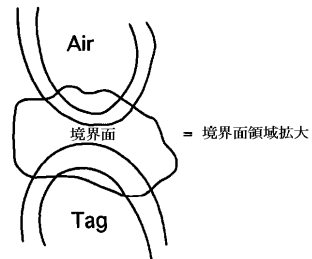


FIG.9B

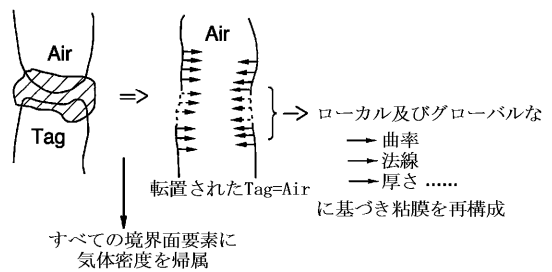
【 図 1 0 】



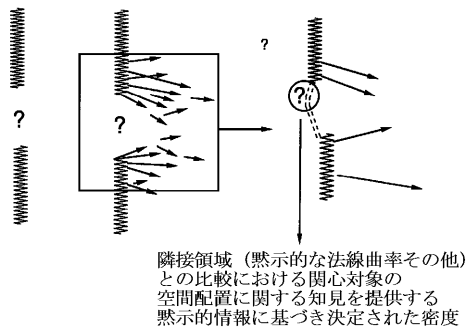
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【図13】



【図14】

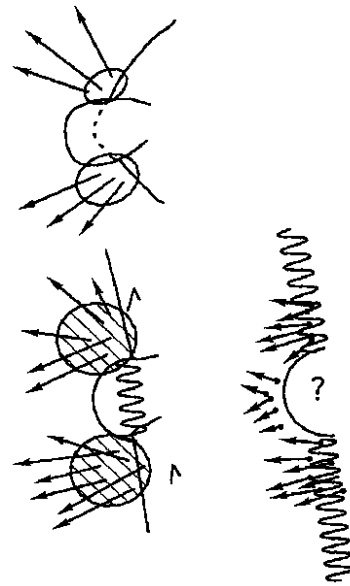
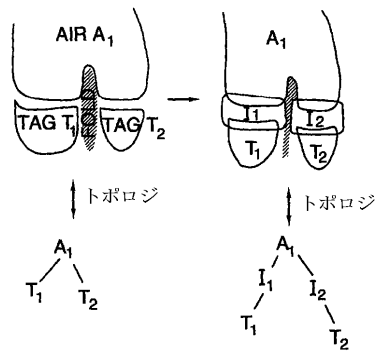


FIG.14

【図15】



## フロントページの続き

- (72)発明者 トーマス ベルナルド パスカル ヴィセント  
カナダ国 ケベック州 ジェイ4ゼット 3ジー4 プロサード グラン アレ 5747 ナン  
バー5
- (72)発明者 フローラン アンドレ ロベール シャンデリュー  
カナダ国 ケベック州 エイチ3ダブリュー 1ダブリュー6 モントリオール クイーン メア  
リー 4590 ナンバー308

審査官 伊藤 昭治

- (56)参考文献 特表2002-539568(JP,A)  
特開2006-075602(JP,A)  
特開2008-093243(JP,A)  
特開2000-163555(JP,A)  
特開2009-273771(JP,A)  
特開2008-104798(JP,A)  
特開2007-167152(JP,A)  
特開2003-079605(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00 - 6/14

专利名称(译)	用于评估管状结构中的拓扑支撑的方法和系统以及该方法和系统在虚拟结肠镜检查中的用途		
公开(公告)号	<a href="#">JP5599894B2</a>	公开(公告)日	2014-10-01
申请号	JP2012540235	申请日	2009-11-27
申请(专利权)人(译)	狗微系统公司		
当前申请(专利权)人(译)	狗微系统公司		
[标]发明人	トーマスベルナルドパスカルヴィセント フローランアンドレロペールシャンデリュー		
发明人	トーマスベルナルドパスカルヴィセント フローランアンドレロペールシャンデリュー		
IPC分类号	A61B6/03		
CPC分类号	G06T7/162 G06T7/11 G06T7/187 G06T2207/10081 G06T2207/20156 G06T2207/30028 G06T2207/30172		
FI分类号	A61B6/03.360.J		
代理人(译)	杉村健二 泽田达也		
审查员(译)	伊藤商事		
其他公开文献	JP2013512010A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

一种用于确定包括内壁和多个不同区域的管状结构的拓扑支撑的估计的方法，该方法包括 (a) 获得表示基于管状结构的图像数据; (b) 将初始种子放置在选自一个不同区域的初始区域; (c) 进行初始区域的生长，直到初始结果区域包括至少一部分内壁和至少一部分相邻区域对应于一个不同区域; (d) 启动包括对应于初始区域的初始树节点的树; (e) 对每个邻近地区：在邻近地区放置后续种子; 执行相应的后续区域，直到后续的结果区域包括内壁的至少一部分和附加的相邻区域的至少一部分; 并在树中添加与邻近区域对应的树节点; (f) 对每个附加邻近区域执行处理步骤 (e); (g) 根据预定的拓扑参数过滤树，从而确定管状结构的拓扑支撑的估计。还公开了用于估计虚拟结肠镜检查的结肠拓扑的方法的应用。

