

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02015/052922

発行日 平成29年3月9日 (2017.3.9)

(43) 国際公開日 平成27年4月16日 (2015.4.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 6/03 (2006.01)	A 6 1 B 6/03 3 6 0 J	4 C 0 9 3
	A 6 1 B 6/03 3 6 0 D	
	A 6 1 B 6/03 3 6 0 G	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 35 頁)

出願番号 特願2015-541439 (P2015-541439)	(71) 出願人 000125347
(21) 国際出願番号 PCT/JP2014/005109	学校法人近畿大学
(22) 国際出願日 平成26年10月7日 (2014.10.7)	大阪府東大阪市小若江3丁目4番1号
(31) 優先権主張番号 特願2013-209887 (P2013-209887)	(71) 出願人 308038613
(32) 優先日 平成25年10月7日 (2013.10.7)	公立大学法人和歌山県立医科大学
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	和歌山県和歌山市紀三井寺811番地1
	(74) 代理人 100118924
	弁理士 廣幸 正樹
	(72) 発明者 篠原 寿広
	和歌山県紀の川市西三谷930学校法人近畿大学 生物理工学部システム生命科学科内
	(72) 発明者 佐藤 守男
	和歌山県和歌山市紀三井寺811番地1 公立大学法人和歌山県立医科大学内

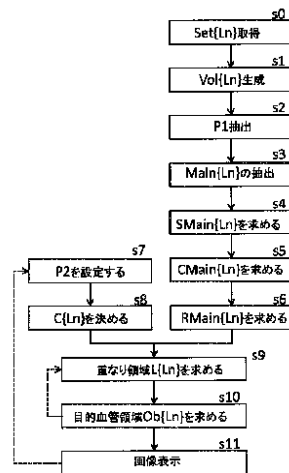
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、及びコンピュータプログラム

(57) 【要約】

被検体断層撮影三次元画像を画像処理することにより、大動脈から腫瘍等への経路になる血管を特定する技術を提供する。

複数の断層画像から三次元画像データとなる全領域を作る画像形成部と、前記全領域から大動脈に繋がる主領域を抽出する主領域抽出部と前記主領域から大動脈だけを示す大動脈領域を抽出する大動脈領域抽出部と、前記全領域から患部を含む患部領域を求める患部領域抽出部と、前記患部領域から前記大動脈領域までをつなぐ目的血管領域を求める目的血管抽出部とを有することを特徴とする画像処理装置。



- s0 Obtain Set(Ln)
- s1 Generate Vol(Ln)
- s2 Extract P1
- s3 Extract Main(Ln)
- s4 Obtain SMain(Ln)
- s5 Obtain Cmain(Ln)
- s6 Obtain RMain(Ln)
- s7 Set P2
- s8 Determine C(Ln)
- s9 Obtain overlap region L(Ln)
- s10 Obtain target blood-vessel region Ob(Ln)
- s11 Image display

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の断層画像から三次元画像データとなる全領域を作る画像形成部と、
前記全領域から大動脈に繋がる主領域を抽出する主領域抽出部と
前記主領域から大動脈だけを示す大動脈領域を抽出する大動脈領域抽出部と、
前記全領域から患部を含む患部領域を求める患部領域抽出部と、
前記患部領域から前記大動脈領域までをつなぐ目的血管領域を求める目的血管抽出部と
を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記主領域抽出部は、
前記断層画像の 1 枚を 2 値化処理し、
前記 2 値化処理された断層画像上の各画素に対して最も近い画素値がゼロの点までの
距離を求める距離変換処理を行い、
前記距離が最も大きかった画素を含む体積画素を中心画素とし、前記中心画素から領
域拡張処理によって大動脈に繋がる前記主領域を抽出することを特徴とする請求項 1 に記
載された画像処理装置。

10

【請求項 3】

前記大動脈領域抽出部は、
前記主領域を所定の回数だけ収縮処理し、
前記収縮された主領域に対して前記中心画素から領域拡張処理を行い芯部領域を求め
、
前記芯部領域を所定の回数だけ膨張処理を行うことを特徴とする請求項 2 に記載され
た画像処理装置。

20

【請求項 4】

前記患部領域抽出部は、
前記主領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部領域とすること
を特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 の請求項に記載された画像処理装置。

【請求項 5】

前記目的血管抽出部は、
前記患部領域から前記大動脈領域までを領域拡張の履歴を残しながら領域拡張処理を
行い、
前記患部領域から前記大動脈領域までの拡張履歴に沿った体積画素を領域拡張処理し
、前記目的血管領域を求めることを特徴とする
請求項 4 に記載された画像処理装置。

30

【請求項 6】

前記患部領域抽出部は、
前記全領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部体積画素から所
定回数だけ領域拡張処理によって前記患部領域を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 3
の何れか 1 の請求項に記載された画像処理装置。

【請求項 7】

前記患部領域抽出部は、
前記全領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部体積画素から所
定の範囲に含まれる体積画素を前記患部領域に含めることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の
何れか 1 の請求項に記載された画像処理装置。

40

【請求項 8】

前記目的血管抽出部は、
前記患部領域と前記主領域の共通部分である重なり領域を求め、
前記重なり領域から前記大動脈領域までを領域拡張の履歴を残しながら領域拡張処理
を行い、
前記患部領域から前記大動脈領域までの拡張履歴に沿った体積画素を領域拡張処理し

50

、
目的血管領域を求めることを特徴とする請求項 6 または 7 の何れかに記載された画像処理装置。

【請求項 9】

複数の断層画像から三次元画像データとなる全領域を作る画像形成工程と、
前記全領域から大動脈に繋がる主領域を抽出する主領域抽出工程と
前記主領域から大動脈だけを示す大動脈領域を抽出する大動脈領域抽出工程と、
前記全領域から患部を含む患部領域を求める患部領域抽出工程と、
前記患部領域から前記大動脈領域までをつなぐ目的血管領域を求める目的血管抽出工程とを有することを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項 10】

前記主領域抽出工程は、
前記断層画像の 1 枚を 2 値化処理し、
前記 2 値化処理された断層画像上の各画素に対して最も近い画素値がゼロの点までの距離を求める距離変換処理を行い、
前記距離が最も大きかった画素を含む体積画素を中心画素とし、前記中心画素から領域拡張処理によって大動脈に繋がる前記主領域を抽出することを特徴とする請求項 9 に記載された画像処理方法。

【請求項 11】

前記大動脈領域抽出工程は、
前記主領域を所定の回数だけ収縮処理し、
前記収縮された主領域に対して前記中心画素から領域拡張処理を行い芯部領域を求め、
前記芯部領域を所定の回数だけ膨張処理を行うことを特徴とする請求項 10 に記載された画像処理方法。

20

【請求項 12】

前記患部領域抽出工程は、
前記主領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部領域とすることを特徴とする請求項 9 乃至 11 の何れか 1 の請求項に記載された画像処理方法。

【請求項 13】

前記目的血管抽出工程は、
前記患部領域から前記大動脈領域までを領域拡張の履歴を残しながら領域拡張処理を行い、
前記患部領域から前記大動脈領域までの拡張履歴に沿った体積画素を領域拡張処理し、前記目的血管領域を求めることを特徴とする
請求項 12 に記載された画像処理方法。

30

【請求項 14】

前記患部領域抽出工程は、
前記全領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部体積画素から所定回数だけ領域拡張処理によって前記患部領域を求めることを特徴とする請求項 9 乃至 11 の何れか 1 の請求項に記載された画像処理方法。

40

【請求項 15】

前記患部領域抽出工程は、
前記全領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部体積画素から所定の範囲に含まれる体積画素を前記患部領域に含めることを特徴とする請求項 9 乃至 11 の何れか 1 の請求項に記載された画像処理装置。

【請求項 16】

前記目的血管抽出工程は、
前記患部領域と前記主領域の共通部分である重なり領域を求め、
前記重なり領域から前記大動脈領域までを領域拡張の履歴を残しながら領域拡張処理

50

を行い、

前記患部領域から前記大動脈領域までの拡張履歴に沿った体積画素を領域拡張処理し、
目的血管領域を求めることを特徴とする請求項 14 若しくは 15 のいずれかに記載された画像処理方法。

【請求項 17】

請求項 9 乃至 16 の画像処理方法をコンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 18】

請求項 17 に記載された前記プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は人体断層撮影三次元画像のような被検体断層撮影三次元画像の画像処理装置、画像処理方法、及びコンピュータプログラムに関する。詳しくは、例えば、コンピュータ断層撮影 (Computed Tomography、CT) や、核磁気共鳴画像法 (Magnetic Resonance Imaging、MRI) で撮影された被検体断層撮影三次元画像を画像処理することにより、大動脈から枝分かれした血管であって、腫瘍や出血部等と大動脈とをつなぐ血管の経路を特定するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

悪性腫瘍 (がん) 患者の治療方法の一つとして、カテーテルを用いて大動脈に抗がん剤を注液し、大動脈から枝分かれした血管につながる腫瘍に抗がん剤を送ることにより腫瘍の増殖を抑制させる方法が知られている。しかしながら、このような方法によれば、腫瘍の細胞だけでなく、腫瘍のない正常な臓器の細胞にまで抗がん剤が送られてしまい、抗がん剤の副作用により正常な細胞まで傷つけてしまうという問題があった。このような問題を解決する方法として、大動脈と腫瘍とをつなぐ血管の経路を特定し、大動脈からその血管のみを介して腫瘍のみに抗がん剤を送り届ける方法が試みられている。

【0003】

また、外傷性の出血などが発生した場合、血管の出血部分から大動脈につながる血管を特定して止血処置を早期に施すことにより、傷病者の症状の悪化を抑制できることも多い。

【0004】

ところで、血管脈は複雑な網状構造を有している。また、その網状構造は、個人差が大きい。そのために、大動脈と腫瘍とをつなぐ血管を探し当てたり、大動脈と出血源とをつなぐ血管経路を特定したりすることは困難であった。従来は、訓練された放射線技師等の医療従事者が、時間をかけて被検体断層撮影三次元画像から大動脈と腫瘍とをつなぐ血管を読み取ることも行われていた。しかしながら、医療従事者の不足から、医療現場においてこのような技能を有する人材を多く育てることは困難である。そこで、個人の技能によらず、より効率的に大動脈と腫瘍とをつなぐ血管を探し当てる技術が求められていた。

【0005】

画像処理技術により、画像データから対象の血管構造を抽出する方法は、すでに提案されているものがある。例えば、特許文献 1 は、画像データから対象の血管構造の画像的特徴を有する領域を検出し、検出された領域を細線化処理して得られた細線を分枝点および所定の距離等により分割することによりグラフを作成し、作成されたグラフに対して対象の血管構造の一般的な形状を表す木構造の形状モデルをフィッティングさせることにより、血管の木構造を抽出することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2011-98195 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

本発明は、被検体断層撮影三次元画像を画像処理することにより、医療従事者の個人の技能によらず、腫瘍や血管の出血部と大動脈とをつなぐ血管を効率的に特定できる技術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】**【0008】**

すなわち、本発明の一局面の画像処理装置は、
複数の断層画像から三次元画像データとなる全領域を作る画像形成部と、
前記全領域から大動脈に繋がる主領域を抽出する主領域抽出部と
前記主領域から大動脈だけを示す大動脈領域を抽出する大動脈領域抽出部と、
前記全領域から患部を含む患部領域を求める患部領域抽出部と、
前記患部領域から前記大動脈領域までをつなぐ目的血管領域を求める目的血管抽出部とを有することを特徴とする。

10

【0009】

本発明の画像処理装置によれば、被検体の腫瘍（若しくは出血部）及び大動脈を含む対象領域を断層撮影して得られた複数の断層画像からなる断層画像群から構成された三次元画像を全領域とし、この全領域に対して一連の画像処理が実行される。

【0010】

具体的には、中心抽出部により、例えば、断層画像群から選択された少なくとも1枚の断層画像を2値化し、距離変換処理するような方法により大動脈の断面の中心を抽出し、主領域抽出部により、その中心を初期領域として領域拡張処理することにより、大動脈と大動脈から分岐する枝血管や骨や臓器等のその他の領域を含むような主領域が抽出される。

20

【0011】

そして、主領域を収縮処理することにより、大動脈の芯部の領域と枝血管や骨や臓器等のその他の領域を分離する。そして、芯部抽出部により抽出された芯部の領域とその他の領域を含む領域に対して、上記中心を初期領域として領域拡張処理を施すことにより、枝血管や骨や臓器等のその他の領域を消去して大動脈の芯部のみの領域が抽出される。そして、膨張処理部により、抽出された芯部の領域を膨張処理することにより大動脈の領域（大動脈領域）が復元される。

30

【0012】

一方で、腫瘍位置設定部において、三次元画像上で目的とする腫瘍上の任意の設定点を指定し、腫瘍領域抽出部において、その設定点を初期領域として徐々に領域拡張処理することにより腫瘍（若しくは出血部）の領域（患部領域）を抽出する。

【0013】

そして、重なり領域検出部により、患部領域と主領域とが重なり合った部分である重なり領域を検出する。そして、目的血管抽出部により、三次元画像に対して重なり領域を初期領域として領域拡張処理することにより腫瘍（若しくは出血部）と大動脈とをつなぐ目的とする血管を抽出できる。

40

【発明の効果】**【0014】**

本発明によれば、例えば、CTやMRIで撮影した被検体の断層撮影三次元画像を画像処理することにより、大動脈と腫瘍や出血部等とをつなぐ血管を容易に特定することができる。

【図面の簡単な説明】**【0015】**

【図1】図1は、第一実施形態の画像処理装置100を備えた医用画像診断システムの装置構成を示すブロック図である。

50

【図 2】図 2 は、画像処理装置 100 の画像処理部を説明する説明図である。

【図 3】図 3 は、第一実施形態の画像処理方法の処理の一連の流れを示すフローチャートを示す。

【図 4】図 4 は、第一実施形態の画像処理方法の各工程による処理を図示した模式図である。

【図 5】図 5 は、領域拡張処理のフローチャートを示す。

【図 6】図 6 は、履歴付き領域拡張処理のフローチャートを示す。

【図 7】図 7 は、履歴付き領域拡張処理を二次元で説明する説明図である。

【図 8】図 8 は、図 7 から履歴付き領域拡張処理を複数回繰り返した状態を示す図である。

10

【図 9】図 9 は、体積画素 c1 について隣接する体積画素が調べられる状態を説明する図である。

【図 10】図 10 は、新たに拡張された体積画素 d1 ~ d4 が求められた状態を説明する図である。

【図 11】図 11 は、体積画素 c2 について隣接する体積画素が調べられる状態を説明する図である。

【図 12】図 12 は、パスが求められた状態を説明する図である。

【図 13】図 13 は、第一実施形態の画像処理装置により得られた画像を説明するための説明図である。

【図 14】図 14 は、画像処理装置 200 の画像処理部を説明する説明図である。

20

【図 15】図 15 は、第二実施形態の画像処理方法の処理の一連の流れを示すフローチャートを示す。

【図 16】図 16 は、第二実施形態の画像処理方法の各工程による処理を図示した模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

[第一実施形態]

以下、本発明に係る画像処理装置、画像処理方法及びコンピュータプログラムの第一実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0017】

30

図 1 は、第一実施形態の画像処理装置 100 を備えた医用画像診断システムの装置構成を示すブロック図であり、図 2 は、画像処理装置 100 の画像処理部を説明する説明図であり、図 3 は、画像処理方法の処理の一連の流れを示すフローチャートであり、図 4 は、画像処理方法の各工程による処理を図示した模式図である。

【0018】

図 1 を参照して、医用画像診断システム 1000 は、画像処理装置（図 1 では「IPE」と記した。）100 に、医用画像診断装置（図 1 には「Dia」と記した。）160 及び医用画像診断装置 160 により撮影された画像を保管する医用画像保管装置（図 1 には「IS」と記した。）150 が、無線ネットワークまたは有線ネットワークを介して接続されて構成されている。

40

【0019】

医用画像診断装置 160 は、被検体の腫瘍及び大動脈を含む対象領域を断層撮影して複数の断層画像からなる断層画像群を生成する。医用画像診断装置 160 の具体例としては、例えば、X線 CT (Computed Tomography) 装置、MRI (Magnetic Resonance Imaging) 装置、PET (Positron Emission computed Tomography) 装置、またはこれらを組み合わせた装置等が挙げられる。

【0020】

医用画像保管装置 150 は、医用画像診断装置 160 により撮影された断層画像群を医用画像診断装置 160 から受信し、保管する装置である。医用画像診断装置 160 は、医

50

用画像保管装置 150 に断層画像群を送信する際に、例えば、患者、装置、検査の種類、シリーズ等を識別する識別子 (ID) 等を合わせて送信してもよい。このような ID 等は、ユーザーが必要な断層画像群を取得するための検索に用いられる。また、医用画像保管装置 150 は、画像処理装置 100 として、大容量の画像を保管可能なワークステーション型のコンピュータを用いる場合には、コンピュータに統合されていてもよい。

【0021】

図 1 に示すように、画像処理装置 100 は、例えば汎用のコンピュータに三次元画像の画像処理を行うための画像処理プログラム (図 1 では「Prog」と記した) 71 をインストールすることにより実現される。コンピュータは、標準的な構成として、CPU 等のプロセッサである演算制御部 (図 1 では「Acu」と記した。) 50 と、ROM 及び RAM 等の主記憶部 (図 1 では「MM」と記した。) 60 と、HDD や SSD 等の補助記憶部 (図 1 では「EM」と記した。) 70 と、ユーザーが実空間から必要な指示や入力を与えるための、キーボードやマウス等の入力部 (図 1 では「Input」と記した。) 80 と、例えば CRT ディスプレイや、液晶ディスプレイ、有機 EL ディスプレイ、プラズマディスプレイ等のディスプレイデバイスである画像表示部 (図 1 では「Disp」と記した) 90 とを備える。

10

【0022】

補助記憶部 70 は、後述する各画像処理を行うための画像処理プログラム 71 を記憶する。演算制御部 50 はコンピュータの起動時に補助記憶部 70 から画像処理プログラム 71 を読み出して主記憶部 60 にロードする。

20

【0023】

画像処理装置 100 は、コンピュータにインストールされた画像処理プログラム 71 に規定された一連の画像処理のプロセスを実行する。画像処理プログラム 71 は、コンピュータに実行させる処理として、被検体の腫瘍及び大動脈を含む対象領域を断層撮影して得られた複数の断層画像からなる断層画像群を積層した三次元画像データを生成する画像形成工程 (ステップ s1) と、断層画像群から選択された少なくとも 1 枚の断層画像から、大動脈の断面の中心画素を抽出する中心抽出工程 (ステップ s2) と、上記三次元画像データに対して、中心画素を初期領域として領域拡張処理することにより、大動脈と大動脈から分岐する枝血管や骨や臓器等のその他の領域を含むような主領域を抽出する主領域抽出工程 (ステップ s3) と、抽出された主領域を収縮処理することにより、大動脈の芯部の領域とその他の部分を分離する収縮処理工程 (ステップ s4) と、分離された芯部の領域とその他の領域とを含む領域に対して、上記中心画素を初期領域として領域拡張処理することにより、芯部の領域のみを抽出する芯部抽出工程 (ステップ s5) と、芯部の領域を膨張処理することにより大動脈の領域を復元させる膨張処理工程 (ステップ s6) と、ユーザーから指示された上記三次元画像データ中の腫瘍上の任意の点を、設定点として設定する腫瘍位置設定工程 (ステップ s7) と、三次元画像データに対して、設定点を初期領域として領域拡張処理することにより、腫瘍の領域を抽出する腫瘍領域抽出工程 (ステップ s8) と、抽出された腫瘍の領域と主領域とが重なる領域を検出する重なり領域検出工程 (ステップ s9) と、上記三次元画像データに対して、重なり領域を初期領域として領域拡張処理することにより、腫瘍と大動脈とをつなぐ目的血管の領域を抽出する目的血管抽出工程 (ステップ s10)、を規定している。

30

40

【0024】

画像処理プログラム 71 は、コンピュータにインストールされることにより、コンピュータ内に画像形成部 101、中心抽出部 102、主領域抽出部 103、収縮処理部 104

50

、芯部抽出部 105、膨張処理部 106、腫瘍位置設定部 107、腫瘍領域抽出部 108、重なり領域検出部 109、目的血管抽出部 110を構成する。図 2には、コンピュータ内にこれらの各部が構成され、画像処理装置 100となった状態を示す。

【0025】

また、画像処理プログラム 71は、記録媒体に記録することができる。記録媒体の種類は特に限定されない。

【0026】

このような画像処理装置 100を用いて実行される画像処理を一連の処理の流れを図 3を参照しながら説明する。

【0027】

(被検体の三次元画像データを形成するための断層画像群の取得 (s0))

はじめに、医用画像診断装置 160で被検体の腫瘍及び大動脈を含む対象領域を断層撮影する。得られた投影データやMR信号等のデータから断層画像が再構成され、断層画像群として医用画像保管装置 150に記憶される (ステップ s0)。

【0028】

1つの断層画像群は、n枚の断層画像によって構成される。k番目に撮影された断層画像を L_k とし、1つの断層画像群を $Set\{L_n\}$ と表す。なお、断層撮影は、ほとんど1枚の断層画像の1つの画素の単位の距離毎に撮影される。

【0029】

以降の一連の画像処理は、一連の画像処理プロセスを実行しうる画像処理プログラム 71をインストールしたコンピュータである画像処理装置 100により実行される。画像処理装置 100のユーザーは、医用画像保管装置 150に記憶されている複数の断層画像群 $Set\{L_n\}$ の中から目的とする断層画像群 $Set\{L_n\}$ のIDを選択または入力する操作により選択し、画像処理装置 100の補助記憶部 70に記憶させる。

【0030】

そして、画像処理を実行する際に、処理の対象とする断層画像群 $Set\{L_n\}$ は、主記憶部 60に記憶される。主記憶部 60に記憶された断層画像群 $Set\{L_n\}$ は、以下の一連の処理が実行される。図 3では、ステップ s0に「 $Set\{L_n\}$ 取得」と記載した。

【0031】

(画像形成工程 (s1))

本プロセスでは、ステップ s0で得られた被検体の腫瘍及び大動脈を含む対象領域の断層画像群 $Set\{L_n\}$ から三次元画像データを生成させる。具体的には、画像形成部 101により、複数の断層画像からなる断層画像群 $Set\{L_n\}$ を体軸方向に沿って積層することにより三次元画像のボリュームデータを生成させる。

【0032】

上記に説明したように、断層撮影は、1枚の断層画像の1つの画素の単位長さ程度の距離毎に撮影される。したがって、断層画像の1つの画素は、断層画像の積層方向の体積画素とみなしてよい。これは、1つの画素の輝度 (画素値) が、1つの体積画素の輝度 (画素値) と見なせることを示す。

【0033】

つまり、断層画像群 $Set\{L_n\}$ の同一断層画像の各画素にx座標、y座標を振り当て、断層画像毎に異なるz座標を割り当てることで、1つの体積画素を特定することができる。そして、その体積画素の値として、断層画像の1つの画素の輝度を割り当てると、断層画像群 $Set\{L_n\}$ を三次元画像データとして扱うことができる。このように三次元座標と各座標毎の輝度を関連付けた三次元画像データがボリュームデータである。

【0034】

ボリュームデータは $Vol\{L_n\}$ と表し、「全領域」とも呼ぶ。図 3では、ステップ s1に「 $Vol\{L_n\}$ 生成」と記載した。より具体的には、断層画像の1枚に $A \times B$ 個の画素があったとすると、全領域 $Vol\{L_n\}$ は、 $A \times B \times n$ 個の座標を含み、それぞ

10

20

30

40

50

れの座標の体積画素に対して断層画像群 $Set \{ L_n \}$ の画素値を有するデータの集合である。なお、全領域 $Vol \{ L_n \}$ の各体積画素には、画素値以外のデータを含めても良い。

【0035】

全領域 $Vol \{ L_n \}$ を三次元表示することで、図4(a)に示すような被検体の腫瘍及び大動脈を含む三次元画像を得ることができる。なお、図4(a)の画像中、符号1は大動脈、符号2は大動脈から分岐する枝血管、符号3は腫瘍を含まない臓器、符号4は腫瘍8を含む臓器、符号5は肋骨、符号6は脊椎をそれぞれ示す領域である。

【0036】

(中心抽出工程(s2))

再び図3を参照する。本プロセスでは、ステップs1で得られた、三次元画像データ $Vol \{ L_n \}$ から選択された少なくとも1層の断層画像に基づいて、大動脈の断面の中心画素 P_1 を抽出する。中心抽出部102は、三次元画像データ $Vol \{ L_n \}$ から選択された少なくとも1層の断層画像に基づいて大動脈の断面の中心画素 P_1 を抽出する。図4(b)中の符号10は、三次元画像データ $Vol \{ L_n \}$ を構成する、大動脈の中心画素 P_1 が特定された1層の断層画像10を示している。

【0037】

なお、図4(b)では、断層画像10は1層目の断層画像 L_1 であるとして例示した。断層画像 L_1 の下には、断層画像 L_2 、 L_3 、・・・が積層されている。各断層画像の積層方向は体軸方向である。図4(b)では、 L_1 、 L_2 といった平面画像が並んでいるように示したが、各層の間は体積画素のz軸方向の厚みであり、断層画像の1画素の1辺に相当する程度の距離である。

【0038】

中心画素 P_1 を抽出するための1層の断層画像としては、例えば、最も頭部側の1層が選択されたり、またはユーザーの指定により選択される。中心抽出部102は、例えば、選択された断層画像を2値化し、距離変換処理により大動脈の断面の中心画素 P_1 を抽出する。

【0039】

距離変換処理とは、例えば、2値画像の1の画素の画素値を、その画素から最も近い画素値0の画素までの距離に置換える変換のことである。したがって、距離変換処理を行う前には、対象とする断層画像に対して、2値化処理を施す。2値化処理は、ある閾値 V_{th} と対象とする断層画像の全ての画素の画素値を比較し、閾値 V_{th} 以上であれば画素値を1とし、閾値 V_{th} より小さければ画素値をゼロとする処理である。この処理は中心抽出部102が行ってよい。本実施形態においては、距離変換処理は、具体的には、次のようにして行われる。なお、全領域 $Vol \{ L_n \}$ から中心画素 P_1 を求めるために選ばれた1層の断層画像を L_1 とする。断層画像 L_1 とは、全領域 $Vol \{ L_n \}$ のz座標が1 ($L_n = 1$) のデータの集合と言っても良い。

【0040】

はじめに、断層画像 L_1 に対して、全ての体積画素を2値変換する。画素値0である画素に隣接する画素値1である画素群 (D_1 と称する：図4(b)参照) を探索する。そして、画素群 D_1 に隣接する領域の画素値1である画素群 (D_2 と称する) を特定する。さらに、画素群 D_2 に隣接する領域の画素群 (D_3 と称する) を特定する。

【0041】

このような操作を画像全体の画素値1である画素に対して繰り返し、画素群 D_1 から最も離れた画素群 D_n を求める。nは画素群 D_1 に隣接する画素値0である画素からの画素数であり、これを画素値0の画素までの距離とする。そして、最もnが大きくなる画素群 D_n が、大動脈の中心付近の位置になる。

【0042】

すなわち、断層画像 L_1 において、大動脈の部分は他の部分と比べ輝度(画素値)が高く大きな構造物であるため、大動脈の境界線から最も距離の大きい領域を大動脈の中

10

20

30

40

50

心とみなすことができる。求めた画素群 D_n が 1 つの画素であればその画素を中心画素 P_1 とする。求めた画素群 D_n に複数の画素が含まれている場合は、何れか 1 を選択し中心画素 P_1 とする。

【0043】

なお、この方法は、断層画像 L_1 の全ての体積画素について、次々と求めることができる。従って、ユーザーの判断を必要としないので便利である。図 3 ではステップ s_2 を「 P_1 抽出」と記載した。

【0044】

また、断層画像 L_1 に対してユーザーが手動で大動脈の中心付近を指定してもよい。この中心画素 P_1 は、以後の大動脈を抽出する工程の起点となればよい。したがって、断層画像 L_1 上の大動脈部分において、正確な中心画素でなくてもよいからである。すなわち、中心抽出工程は、距離変換処理を使わなくても良い。

10

【0045】

(主領域抽出工程 (s_3))

図 3 を再び参照する。本プロセスでは、中心抽出工程 (ステップ s_2) で得られた断層画像 10 の中心画素 P_1 を初期領域 (開始点) として、全領域 $Vol\{L_n\}$ の体積画素に領域拡張処理を施すことにより、大動脈及び大動脈から分岐する枝血管や骨や臓器等のその他の領域を含む主領域 $Main\{L_n\}$ を抽出する。なお、主領域 $Main\{L_n\}$ は少なくとも大動脈を含み、また、大動脈に接し、かつ画素値が近いために大動脈から分離しにくいその他の領域を含む。

20

【0046】

抽出された主領域 $Main\{L_n\}$ の模式図を図 4 (c) に示す。図 4 (c) において斜線でハッチングした部分が主領域 $Main\{L_n\}$ である。図 4 (c) 中、符号 1 は大動脈、符号 2 は大動脈から分岐する枝血管、符号 3 は腫瘍を含まない臓器、符号 4 は腫瘍を含む臓器、符号 5 は肋骨、符号 6 は脊椎を示す領域である。なお、ハッチングのかかっていない肋骨 5 は主領域 $Main\{L_n\}$ に含まれない。つまり、この例の全領域 $Vol\{L_n\}$ では、ハッチングのかかっていない肋骨 5 と大動脈 1 とを結合する体積画素が存在しない。

【0047】

主領域 $Main\{L_n\}$ の抽出は、中心抽出工程 (ステップ s_2) で得られた断層画像 10 の中心画素 P_1 を初期領域として全領域 $Vol\{L_n\}$ に対して、領域拡張処理を実行する。領域拡張処理は、全領域 $Vol\{L_n\}$ から、大動脈と大動脈から分岐する枝血管や骨や臓器等のその他の領域を含む主領域 $Main\{L_n\}$ を抽出する。

30

【0048】

また、主領域抽出部 103 は、中心画素 P_1 の画素を初期領域とし、領域拡張処理を施すことにより、三次元画像のボリュームデータ (全領域 $Vol\{L_n\}$) から大動脈と、大動脈に接し、かつ画素値が近いために大動脈から明確に分離しにくいその他の領域を抽出する。

【0049】

領域拡張処理の具体的な処理例は、図 5 に示すフローによる。図 5 を参照して、処理がスタートすると (ステップ $S100$)、領域拡張処理を行う開始点の体積画素 P_{st} を体積画素 P_x とする (ステップ $S102$)。なお、ここでは、 P_{st} は中心画素 P_1 であり、画素 P_x は中心画素 P_1 の座標データ及び画素値がコピーされる。

40

【0050】

次に体積画素 P_x の周囲 26 個の体積画素 P_{Px} の画素値を閾値 V_{Pth} と比較する (ステップ $S104$)。体積画素 P_{Px} は、体積画素 P_x を 3×3 の体積画素の集まりの中心に置いた場合の周囲の体積画素を示す。図 5 では、体積画素 P_{Px} の画素値を「 $|P_{Px}|$ 」と表した。体積画素 P_{Px} の画素値が閾値 V_{Pth} 以上であれば (ステップ $S104$ の Y 分岐)、その体積画素 P_{Px} は主領域 $Main\{L_n\}$ に含める (ステップ $S106$)。

50

【0051】

なお、ここで「含める」とは、主領域 $Main\{Ln\}$ が最初にメインメモリ上に割り当てられた時に全ての画素値をゼロにしておき、体積画素 PPx と同じ座標上の体積画素に画素値 $|PPx|$ を代入するとしてよい。

【0052】

体積画素 PPx の画素値が閾値 $V P t h$ より小さければ（ステップ $S 1 0 4$ の N 分岐）、主領域 $Main\{Ln\}$ には含めない。若しくは画素値をゼロとしてもよい。これを全ての PPx について行う（ステップ $S 1 0 8$ ）。なお、図5にはステップ $S 1 0 4$ からステップ $S 1 0 8$ を簡単に記載したが、この間の処理は体積画素 Px の周囲26個分の体積画素 PPx 全てについて行なわれる。つまりステップ $S 1 0 4$ とステップ $S 1 0 8$ は26回繰り返される。

10

【0053】

次に主領域 $Main\{Ln\}$ に属する全ての体積画素について、周囲26個の体積画素が調べられたかを判断する（ステップ $S 1 1 0$ ）。まだ調べられていない体積画素がある場合は、その体積画素を新たな Px として（ステップ $S 1 1 2$ ）、ステップ $S 1 0 4$ に戻る。主領域 $Main\{Ln\}$ の全ての体積画素について、周囲26個の体積画素の画素値が閾値 $V P t h$ と比較された場合（ステップ $S 1 1 0$ の Y 分岐）は、その他の座標の体積画素の画素値をゼロにし（ステップ $S 1 1 4$ ）、フローを終了する（ステップ $S 1 1 6$ ）。

【0054】

以上の処理によって、全領域 $Vol\{Ln\}$ 中の中心画素 $P 1$ に接続する、画素値が $V P t h$ 以上の体積画素を主領域 $Main\{Ln\}$ として抽出することができる。なお、ここで、全領域 $Vol\{Ln\}$ の最も外側の体積画素には、周囲に26個の体積画素はない。しかし、存在しない体積画素の画素値はゼロとおいてよい。また、図3ではステップ $s 3$ は、「 $Main\{Ln\}$ の抽出」と記した。

20

【0055】

なお、ステップ $s 2$ の中心抽出工程は、この主領域抽出工程に含めても良い。主領域抽出工程（ステップ $s 3$ ）を実行するには、中心画素 $P 1$ が必要だからである。また、画像処理装置 $1 0 0$ としては、中心部抽出部 $1 0 2$ は、主領域抽出部 $1 0 3$ に含めてもよい。

【0056】

また、ここでは体積画素の画素値が閾値 $V P t h$ 以上という条件で体積画素の選別を行ったが、さらに条件を設けても良い。つまり、体積画素の画素値が閾値 $V P t h$ 以上という条件を満たし、さらに PPx の画素値と Px の画素値の差の絶対値が閾値 $V P t h 2$ 以内であれば、体積画素は主領域 $Main\{Ln\}$ に含めるという条件をいれてもよい。こうすることで、似た画素値の画素、すなわち血管に近い画素値をもつ画素だけが領域を拡張できるようになる。

30

【0057】

（収縮処理工程（ $s 4$ ））

再び図3を参照する。本プロセスでは、主領域抽出工程（ $s 3$ ）で抽出された主領域 $Main\{Ln\}$ に対して、収縮処理部 $1 0 4$ により収縮処理を施すことにより、大動脈の芯部とその他の領域とを分離する。すなわち、主領域 $Main\{Ln\}$ の画像を収縮処理することにより、大動脈の芯部の領域と、枝血管等の細血管や肋骨や脊椎等のような骨、臓器等のその他の領域とを分離する。

40

【0058】

このようにして形成された芯部 $1 a$ と、腫瘍を含まない臓器 3 と、腫瘍 8 を含む臓器 4 とを含む三次元画像の模式図を図4（ d ）に示す。主領域 $Main\{Ln\}$ を収縮処理して得られた領域を収縮された主領域 $S Main\{Ln\}$ とする。

【0059】

上述したような収縮処理は、主領域 $Main\{Ln\}$ の画像データを収縮処理することにより、枝血管や骨や臓器等の領域の大部分または全部を消去して、主として大動脈の芯部の領域を残すような処理である。

50

【0060】

さらに詳しくは、大動脈を含む主領域 $Main\{Ln\}$ ではない領域に隣接する主領域 $Main\{Ln\}$ の境界の体積画素の画素値を、主領域 $Main\{Ln\}$ でない画素値（ゼロであってもよい。）に変換することにより新たな主領域 $Main\{Ln\}$ （収縮された主領域 $SMain\{Ln\}$ ）を形成する。

【0061】

そして、収縮された主領域 $SMain\{Ln\}$ となった部分の境界の体積画素の画素値をさらに収縮された主領域 $Main\{Ln\}$ でない画素値に変換する。このような操作を複数回繰り返すことで、細い血管の部分は、画素値が収縮された主領域 $SMain\{Ln\}$ 以外の領域の画素値と同じになる。つまり、大動脈の領域に繋がる細い血管は、次々に消去される。収縮処理は、予め決まった回数（これを F 回とする）だけ繰り返す。収縮処理の回数 F は、大動脈 1 に接続する血管が全てなくなる程度の回数を行うのが望ましい。

10

【0062】

このようにして、主領域 $Main\{Ln\}$ を収縮させることにより大動脈の芯部の領域をその他の領域から分離することができる。なお、収縮された主領域 $SMain\{Ln\}$ は、大動脈 1 の芯部の領域と、主領域 $Main\{Ln\}$ の中で、収縮処理で残った領域を含む。具体的には、大動脈に繋がる大きな臓器である。なお、図 3 では、ステップ s_4 を「 $SMain\{Ln\}$ を求める」と記載した。

【0063】

（芯部抽出工程（ s_5 ））

本プロセスでは、収縮処理工程（ s_4 ）で分離された、収縮された主領域 $SMain\{Ln\}$ から、大動脈 1 の芯部だけを抽出する。収縮された主領域 $SMain\{Ln\}$ には、大動脈 1 の芯部と、収縮処理工程（ s_4 ）で残った臓器 3（画素値が閾値 V_{Pth} 以上の体積画素の領域）等が含まれる。そこで、中心抽出工程（ s_2 ）で抽出された中心画素 P_1 を初期領域として領域拡張処理を施すことにより、大動脈 1 の芯部 1b だけを抽出する。このようにして得られた領域のデータを芯部領域 $CMain\{Ln\}$ とする。

20

【0064】

大動脈 1 の芯部とその他の臓器 3 等との間には連結する血管に相当する体積画素（画素値が閾値 V_{Pth} 以上の体積画素）が存在しない。したがって、収縮された主領域 $SMain\{Ln\}$ に対して中心画素 P_1 を初期値とする領域拡張処理を施すと、大動脈 1 の芯部からその他の臓器にまで領域が拡張せず、大動脈の芯部 1b だけが抽出される。言い換えると、この芯部抽出工程は、収縮された主領域 $SMain\{Ln\}$ から芯部以外の部分を消去して（画素値をゼロにする）芯部の領域（芯部領域 $CMain\{Ln\}$ ）のみを抽出するといってもよい。このようにして生成された芯部 1b のみを含む芯部領域 $CMain\{Ln\}$ を図 4（e）に示す。

30

【0065】

芯部抽出部 105 は、収縮処理工程（ステップ s_4 ）で生成された収縮された主領域 $SMain\{Ln\}$ に対して中心画素 P_1 を初期領域として領域拡張処理を施す。具体的な処理のフローは図 5 に示したフローと同じである。この処理により、枝血管や骨や臓器等を消去して大動脈 1 の芯部 1b のみ（芯部領域 $CMain\{Ln\}$ ）が抽出される。図 3 ではステップ s_5 を「 $CMain\{Ln\}$ を求める」と記載した。

40

【0066】

（膨張処理工程（ s_6 ））

本プロセスでは、芯部抽出工程（ s_5 ）で抽出された芯部領域 $CMain\{Ln\}$ に対して膨張処理を施すことにより、大動脈の輪郭を抽出して大動脈の外形を復元させる。この復元した大動脈を表す体積画素を「復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ 」とする。このようにして生成された被検体の大動脈 1 の領域（復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ ）を図 4（f）に示す。

【0067】

膨張処理は、膨張処理部 106 により、例えば、以下のようにして実行される。上記収

50

縮処理とは逆に、芯部領域 $CMain\{Ln\}$ に隣接する芯部領域 $CMain\{Ln\}$ ではない領域の体積画素の画素値を、隣接する芯部領域 $CMain\{Ln\}$ の体積画素の画素値に置き換える。つまり、芯部領域 $CMain\{Ln\}$ が1体積画素分だけ太くなる。つまり、画素値が閾値 Vp_{th} 以上の体積画素が増える。このようにして、復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ を得る。

【0068】

そして、復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ に新たに隣接することとなった、復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ でない領域の体積画素の画素値をさらに復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ の画素値に置き換える。このような操作を複数回繰り返す、芯部領域 $CMain\{Ln\}$ を膨張させることにより大動脈1だけの外形（復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ ）を復元する。

10

【0069】

なお、芯部領域 $CMain\{Ln\}$ から復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ へ膨張処理が行なわれる際、主領域 $Main\{Ln\}$ に含まれない（つまり画素値がゼロの）体積画素が復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ に含まれないようにするのが望ましい。膨張処理は収縮処理工程（ステップs4）で行った収縮工程の回数（F回）行っても良い。大動脈の領域がほぼ元通りになると考えられるからである。もちろん、F回以外の回数であってもよい。図3では、ステップs6を「 $RMain\{Ln\}$ を求める」と記載した。

【0070】

ステップs4の収縮処理工程、ステップs5の芯部抽出工程、ステップs6の膨張処理工程によって、大動脈だけを示す（それ以外の部分の体積画素の画素値がゼロ）復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ が求められた。復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ は、「大動脈領域」と呼んでも良い。したがって、これら3つの工程は、「大動脈領域抽出工程」と呼んでもよい。また同様に、画像処理装置100としては、収縮処理部104、芯部抽出部105、膨張処理部106によって、大動脈領域抽出部が構成される。

20

【0071】

（腫瘍位置設定工程（s7））

本プロセスでは、腫瘍位置設定部107により、画像形成部101で形成された全領域 $Vol\{Ln\}$ 中の腫瘍上の任意の設定点 $P2$ を位置設定する。また、医用画像診断装置160で撮影した断層画像群 $Set\{Ln\}$ で設定点 $P2$ を位置設定してもよい。いずれにしても、本プロセスでは、全領域 $Vol\{Ln\}$ 中で腫瘍と判断される箇所の体積画素の座標が指定される。なお、設定点 $P2$ の指定は、画像処理によってソフト的に自動指定してもよいし、ユーザーが断層画像群 $Set\{Ln\}$ を見ながら直接指定してもよい。

30

【0072】

具体的な手順としては、三次元画像データである全領域 $Vol\{Ln\}$ において、腫瘍が映っていると考えられる断面画像を二次元画像として画像表示部90に表示させる。断面画像は、全領域 $Vol\{Ln\}$ においてz座標が同一のデータである。このデータは、x座標、y座標、z座標と画素値の4つの成分を含む。ユーザーは、画像表示部90を確認しながら入力部80であるマウス等のポインティングデバイスを操作することにより、画像表示部90上の目的とする腫瘍上の任意の点を設定点 $P2$ として指定する。設定点 $P2$ は、患部体積画素である。

40

【0073】

なお、設定点 $P2$ は腫瘍上の点であればその位置は特に限定されない。しかし、腫瘍は球形状であることが多く、次工程で行う領域拡張処理は全方向に向かって領域を拡張する。したがって、腫瘍領域を効率的に抽出するためには、腫瘍の中心付近の点を設定点 $P2$ とすることが特に好ましい。

【0074】

腫瘍位置設定部107は、ユーザーにより指定された腫瘍上の任意の位置を識別し、その点を設定点 $P2$ として設定する。このようにして設定された設定点 $P2$ を表した被検体の腫瘍付近の領域を図4(g)に示す。図4(g)では、臓器4の中の腫瘍8に対して、

50

その中心付近に設定点 P 2 が指定された様子を示した。図 3 ではステップ s 7 を「P 2 を設定する」と記載した。

【0075】

(腫瘍領域抽出工程 (s 8))

本プロセスでは、腫瘍領域抽出部 108 により、画像形成工程 (s 1) で生成された三次元画像のボリュームデータ Vol {Ln} に対して、腫瘍位置設定工程 (s 7) で設定された設定点 P 2 を初期領域として領域拡張処理を所定回数だけ繰り返すことにより、腫瘍領域 C {Ln} を決める。領域拡張処理の繰り返し回数は、腫瘍領域 C {Ln} が腫瘍周囲の血管を含む程度までの回数であることが必要である。図 3 ではステップ s 8 を「C {Ln} を決める」と記載した。なお、腫瘍領域 C {Ln} は、患部領域 C {Ln} と言

10

【0076】

また、腫瘍位置設定工程 (s 7) で設定された設定点 P 2 から領域を拡張する範囲をユーザーが指定しても良い。具体的には、設定点 P 2 が設定された後、ユーザーの指示によって、設定点 P 2 から拡張させる半径 r が入力される。これは具体的な数値を入力部 80 から入力してもよい。また、画像表示部 90 上でマウス等のポインティングデバイスを操作することにより、拡張させたい範囲をさらにユーザーに指定させてもよい。

【0077】

設定点 P 2 と拡張する半径が決まったら、設定点 P 2 を中心とした半径 r の球状の領域に含まれる体積画素のうち、閾値 V P t h C 以上の画素値である体積画素を、腫瘍領域 C {Ln} に含める。なお、ここで含めるとは、該当する体積画素の画素値を腫瘍領域 C {Ln} の対応する体積画素の画素値とすることである。この処理は、領域拡張処理若しくは膨張処理といった 1 体積画素毎に領域を拡張するのではなく、指定された球状領域に含まれる閾値 V P t h C の体積画素を一気に腫瘍領域 C {Ln} に含めるので、処理時間の短縮を測れる。また、ある範囲内に腫瘍が複数あった場合は、それらをまとめて腫瘍領域 C {Ln} として処理できるという効果もある。

20

【0078】

さらに、このようにして得られた腫瘍領域 C {Ln} に対して、所定回数だけ領域拡張処理を行ってもよい。

30

【0079】

また、ステップ s 7 の腫瘍位置設定工程、ステップ s 8 の腫瘍領域抽出工程を「患部領域抽出工程」としてもよい。画像処理装置 100 では、腫瘍位置設定部 107 と腫瘍領域抽出部 108 が「患部領域抽出部」を構成する。また、患部領域抽出部には入力部 80 を含めてもよい。

【0080】

(重なり領域検出工程 (s 9))

本プロセスでは、重なり領域検出部 109 により、腫瘍領域抽出工程 (s 8) により特定された腫瘍 8 を表す腫瘍領域 (患部領域) C {Ln} と、主領域抽出工程 (s 3) により抽出された主領域 Main {Ln} との重なり領域 L {Ln} を検出する。この処理により、特定された腫瘍 8 の大動脈 1 に繋がる血管の起点を抽出できる。図 4 (g) 中、L {Ln} は、腫瘍 8 から伸びる大動脈 1 に繋がる血管を含む重なり領域 L {Ln} である。具体的にはそれぞれの領域に共通する画素値が V P t h 以上若しくは、画素値が V P t h C 以上の体積画素を見つければ良い。

40

【0081】

なお、重なり領域 L {Ln} は、複数箇所あってもよい。腫瘍 8 は複数の血管から血液を得る場合もあるからである。図 3 のステップ s 9 には「重なり領域 L {Ln} を求める」と記載した。

【0082】

50

(目的血管抽出工程 (s 10))

本プロセスでは、目的血管抽出部 110 により、重なり領域検出工程 (s 9) で検出された重なり領域 $L \{L_n\}$ を初期領域として、画像形成工程 (s 1) で生成された三次元画像のボリュームデータ $Vol \{L_n\}$ に対して、初期領域から大動脈 1 に到達する血管を抽出するように履歴付き領域拡張処理を施す。また、主領域抽出工程 (ステップ s 3) で求めた主領域 $Main \{L_n\}$ から目的とする血管を抽出してもよい。ここでは主領域 $Main \{L_n\}$ を対象として説明を続ける。

【0083】

履歴付き領域拡張処理とは、初期領域から 1 体積画素ずつ主領域 $Main \{L_n\}$ に属する画素をワーク領域 $W \{L_n\}$ に取り込み領域を広げてゆく。その際に、新たにワーク領域 $W \{L_n\}$ に属することになった体積画素は、どの体積画素から広がったのかを記録しておく。そして、腫瘍に設けられた初期領域から、復元された主領域 $RMain \{L_n\}$ まで通じるパスを見つける。

10

【0084】

図 7 には、履歴付き領域拡張処理を説明するため、二次元での履歴付き領域拡張処理の模式図を示し、図 6 には、処理のフローを示す。図 7 を参照する。5 × 8 個のマスを示す。個々のマスは画素とする。実際は体積画素であるが、ここでは説明のために平面画素を使う。白塗りのマスは主領域 $Main \{L_n\}$ の一部である。黒塗りのマスは、主領域 $Main \{L_n\}$ 以外の領域であり、画素値がゼロである事を示す。主領域 $Main \{L_n\}$ に属する体積画素の画素値は閾値 V_{Pth} 以上である。

20

【0085】

重なり領域 $L \{L_n\}$ に属する始点体積画素 $St 1$ は履歴付き領域拡張処理の始点である。つまり体積画素 $St 1$ は、腫瘍領域 $C \{L_n\}$ の体積画素である。体積画素 $PPcm$ は、復元された主領域 $RMain \{L_n\}$ に属する体積画素とする。つまり、体積画素 $PPcm$ は大動脈 1 の体積画素である。体積画素 $St 1$ と $PPcm$ 以外の白いマスは、主領域 $Main \{L_n\}$ は腫瘍領域 $C \{L_n\}$ と復元された主領域 $RMain \{L_n\}$ の間に存在する血管である。

【0086】

図 6 も参照する。処理がスタートすると (ステップ S 200) 初期設定が行われる (ステップ S 202)。初期設定では、ワーク領域 $W \{L_n\}$ に始点体積画素 $St 1$ を含める。なおここで「含める」とは、始点体積画素 $St 1$ の画素値を、ワーク領域 $W \{L_n\}$ 中の対応する体積画素の画素値に代入することである。また、処理対象 $PPci$ (図では 1 番目なので $PPc 1$ と記載した。) に $St 1$ を代入する。ワーク領域 $W \{L_n\}$ は、履歴付き領域拡張処理の結果、拡張された体積画素が集められる記憶領域である。

30

【0087】

したがって、ワーク領域 $W \{L_n\}$ に属する体積画素は、どの体積画素から拡張された画素であるかの履歴情報を有している。履歴情報は拡張履歴と言っても良い。ただし、始点体積画素 $St 1$ は、最初の始点であるので、履歴情報は有していない。図 6 では、処理対象 $PPci$ は 1 つだけ ($St 1$) なので、 $PPc 1 = St 1$ である。

40

【0088】

処理対象 $PPci$ は、履歴付き領域拡張処理を行う元になる体積画素である。履歴付き領域拡張処理は、処理対象 $PPci$ に隣接する体積画素をワーク領域 $W \{L_n\}$ に含めるか否かの判断を行う。なお、体積画素 $PPci$ は処理が進むにつれて、数が増える。添字の i はその数を表す。

【0089】

ステップ S 204 では、処理対象 $PPci$ を体積画素変数 $P \times k$ に代入する。図 7 では、処理対象 $PPc 1$ の座標データ、画素値、履歴情報は体積画素変数 $P \times 1$ に代入される。以下、 $PPc 2$ のデータは $P \times 2$ へ、 $PPc 3$ のデータは $P \times 3$ へ、処理対象 $PPci$ の個数分だけ体積画素変数 $P \times k$ が生成される。履歴付き領域拡張処理の準備のためである。図 7 では、 $P \times 1 = St 1$ だけである。

50

【0090】

ステップS206では、処理対象PPciのデータがすべてクリアされる。後のステップで、新たに拡張された体積画素のデータを代入できるようにするためである。

【0091】

ステップS208では、全ての体積画素変数P×kについて、周囲26の体積画素PP×k1の画素値および履歴情報の有無を調べる。体積画素PP×k1は、1つの体積画素変数P×kについて26個存在する。つまり、PP×k1からPP×k26までである。そして、主領域Main{Ln}に含まれていて、履歴情報を持たない体積画素変数PP×k1に対して、体積画素P×kから拡張されたとする履歴情報を付加し、PPciに代入する。

10

【0092】

図6では、主領域Main{Ln}に含まれていて、履歴情報を持たないという条件を満たした体積画素PP×k1を「OK[PP×k1]」と表した。また「+」は履歴情報が付加されたことを示す。処理対象PPciは、PPc1、PPc2、PPc3、・・・といったように、生成される毎に順次番号を付与される。全ての体積画素変数P×kについて周囲26の体積画素の検査が終了したら、このステップを終了する。

【0093】

図7では、P×1(=St1)の周囲の画素のうち、主領域Main{Ln}に属し、履歴情報を持たない体積画素a1、a2、a3が拡張された体積画素に相当する。体積画素a1、a2、a3は、すべて体積画素St1から領域拡張されたので、これらの画素の履歴情報はすべてSt1である。この3つの体積画素は、新たな処理対象となるべくPPciに代入される(ステップ208)。具体的にはPPc1=a1、PPc2=a2、PPc3=a3である。

20

【0094】

次に、ステップS210では、ステップS208で求めた処理対象PPciをすべてワーク領域W{Ln}に記憶させる。処理対象PPciは体積画素変数P×kから新たに拡張された体積画素であり、大動脈に繋がる臓器を含む主領域Main{Ln}に属し、尚且つ履歴情報を有する体積画素である。

【0095】

ステップS212では、新たに拡張された処理対象PPciの何れかが、復元された主領域RMain{Ln}に属するか否かが判断される。つまり、拡張された体積画素PPciが大動脈に届いたか否かが判断される。つまり図7で示した体積画素a1、a2、a3が大動脈の体積画素か否かが判断される。図7では、体積画素a1～a3の中でPPcmがあるか否かが判断される。図7ではもちろん届いていないと判断される。

30

【0096】

この判定がNoであればステップS204に戻り、拡張された処理対象PPciを新たなスタートの体積画素変数P×kとして上記の処理を継続する(ステップS212のN分岐)。

【0097】

この判定がYesであれば、最初の始点である始点体積画素St1から大動脈1までのパスが発見されたことを意味する。図7では、体積画素PPciの中で復元された主領域RMain{Ln}に属する体積画素PPcmと一致するものが見つかったということである。この状態は後述する図12に示す。

40

【0098】

次に上記の処理が繰り返された状態の具体例を説明する。図8は、ステップ204からステップ212を3回繰り返した状態を示す。体積画素b1、b2、b3、b4は体積画素a1から領域拡張された体積画素である。体積画素c1、c2、c3、c4は体積画素b1から領域拡張された体積画素である。この時点での処理対象PPciを頭に記載すると、PPc1=c1、PPc2=c2、PPc3=c3、PPc4=c4となっている。

【0099】

50

図6も参照して、ステップS204に戻ると、体積画素変数 $P \times k$ に処理対象 $PPci$ が代入される。したがって、 $P \times 1 = c1$ 、 $P \times 2 = c2$ 、 $P \times 3 = c3$ 、 $P \times 4 = c4$ となる。ステップS206では、 $PPc1$ から $PPc4$ はクリアされる。

【0100】

ステップS208に進んで、全ての体積画素変数 $P \times k$ について順次周囲の体積画素 $PPk1$ が調べられる。図9では、 $P \times 1 (= c1)$ の画素について、隣接する周囲の画素が調べられる様子を示す。体積画素 $c1$ にとっては、 $PPx11$ から $PPx18$ 体積画素が調べる対象となる。なお、「 $PPx11$ 」は、体積画素 $c1$ の周囲にある1番目の体積画素を意味する。体積画素 $c2$ の周囲にある3番目の体積画素なら「 $PPx23$ 」である。周囲の体積画素の番号の振り順は任意であってよい。ここでは二次元だけにしているので8つの体積画素だが、実際は26個の体積画素を調べる。

10

【0101】

この $PPx11$ から $PPx18$ のなかで、主領域 $Main\{Ln\}$ に含まれていて、履歴情報を持たない体積画素 $PPk1$ に該当するのは、 $PPx11$ 、 $PPx12$ 、 $PPx13$ 、 $PPx18$ の4つの体積画素である。したがって、(新たな)処理対象 $PPci$ には拡張元は体積画素 $c1$ であるという履歴情報と共にこれら4つの体積画素が入力される。これら4つの画素を $d1 \sim d4$ とし、処理対象 $PPci$ を頭に記載すると、 $PPc1 = d1$ 、 $PPc2 = d2$ 、 $PPc3 = d3$ 、 $PPc4 = d4$ である。図10にこの状態を示す。

【0102】

20

このようにして他の体積画素変数 $P \times k$ ($c2$ 、 $c3$ 、 $c4$)についても調べられる。しかし、ここでは、これらの体積画素の周囲は、全て主領域 $Main\{Ln\}$ に含まれていない若しくは、履歴情報がすでに付与された体積画素になっている。例えば、図11に体積画素 $c2 (= P \times 2)$ とする。)の周囲の画素 $PPk1$ を示した。具体的には $PPx21 \sim PPx28$ である。これら8つの体積画素は、全て履歴情報がすでに作成されているか、主領域 $Main\{Ln\}$ に属していない。したがって、この回の処理で新たに拡張された体積画素となるのは、 $d1$ 、 $d2$ 、 $d3$ 、 $d4$ の4つの体積画素で、これらの履歴情報は $c1$ となる。

【0103】

再び図6を参照して、ステップS214では、具体的なパスを求める。拡張された体積画素 $PPci$ の中に体積画素 $PPcm$ が存在したということは、体積画素 $PPcm$ に履歴情報が付加されたことを意味する。この履歴情報により、隣接している拡張元の体積画素がわかる。拡張元の体積画素はワーク領域 $W\{Ln\}$ に記録されているので、その体積画素の履歴情報もわかる。このようにして、体積画素 $PPcm$ から始点体積画素 $St1$ に至る体積画素の並びを求めることができる。これがパスである。これらの体積画素をパス $P\{PSk\}$ とする。 $PS1$ は始点体積画素 $St1$ であり、 PSn は体積画素 $PPcm$ である。なお、 PSk は n 個あるとした。

30

【0104】

図12には、パスの具体例を示した。図10から更に履歴付き領域拡張処理を行うと、図12が得られる。体積画素変数 $P \times k$ が $f1 \sim f4$ であるときに、履歴付き領域拡張処理を行った結果 $g1 \sim g3$ で示す拡張された体積画素(処理対象) $PPci$ が求められた(ステップS208)。そして、この中の1つの体積画素 $g1$ が、大動脈1だけを表す復元された主領域(大動脈領域) $RMain\{Ln\}$ に属する $PPcm$ に一致した(ステップS212)。そこで、体積画素 $PPcm$ ($g1$)から履歴情報を辿って、始点体積画素 $St1$ までのパスが求まる。図12では、 $St1$ 、 $a1$ 、 $b1$ 、 $c1$ 、 $d1$ 、 $e1$ 、 $f1$ 、 $PPcm$ ($g1$)がパス $P\{PSk\}$ に属する体積画素である。

40

【0105】

図6を参照して、ステップS216では、パス $P\{PSk\}$ の全ての体積画素について、主領域 $Main\{Ln\}$ に含まれない点が見つかるまで膨張処理を行う。また、ここで、復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ と腫瘍領域 $C\{Ln\}$ まで領域拡張処理が進んだ

50

らそれ以上の領域拡張処理は行わない。また、決まった回数だけ領域拡張処理を行ってもよい。領域拡張処理は、画素値が $V P t h$ より小さい体積画素は選択されないので、目的血管領域が撮影された以上に太くなることはないからである。領域拡張された体積画素の画素値は目的血管領域 $O b \{ L n \}$ の対応する体積画素の画素値として記録する。言い換えると、患部領域 $C \{ L n \}$ から大動脈領域 $R M a i n \{ L n \}$ までの拡張履歴に沿った体積画素を領域拡張処理して目的血管領域 $O b \{ L n \}$ を求める。

【0106】

以上の処理により、腫瘍 8 と大動脈 1 とをつなぐ目的血管のみを表す目的血管領域 $O b \{ L n \}$ を抽出することができる。このようにして抽出された被検体の大動脈 1 (復元された主領域 $R M a i n \{ L n \}$) と腫瘍 8 (腫瘍領域 $C \{ L n \}$) とそれらをつなぐ血管 20 の領域 (目的血管領域 $O b \{ L n \}$) を含む抽出された画像を図 4 (h) に示す。なお、ここでは、目的血管 20 は 1 本を示したが、目的血管 20 は複数本あってもよい。図 3 でステップ s 10 は「目的血管領域 $O b \{ L n \}$ を求める」と記載した。

10

【0107】

なお、ステップ s 9 の重なり領域検出工程はステップ s 10 の目的血管抽出工程に含めても良い。また、画像処理装置 100 では、重なり領域検出部 109 は、目的血管抽出部 110 に含めても良い。

【0108】

(画像表示工程 (s 11))

本プロセスでは、目的血管抽出工程 (s 10) により抽出されて生成された画像を三次元画像として画像表示部 90 に表示する。少なくとも大動脈領域である復元された主領域 $R M a i n \{ L n \}$ 、腫瘍領域 $C \{ L n \}$ 、目的血管領域 $O b \{ L n \}$ の 3 つのデータを表示するのが望ましい。また、主領域 $M a i n \{ L n \}$ や全領域 $V o l \{ L n \}$ をこれら 3 つのデータに重ねて若しくは差し引いて表示してもよい。もちろん、これらのデータは適宜着色若しくは輝度を変化させて表示することができる。

20

【0109】

このような処理により、腫瘍 8 と大動脈 1 とをつなぐ目的血管である血管 20 を選択的に表示することができる。生成された三次元画像を図 13 に例示する。なお、図 13 では、点線で、肋骨 5 及び脊椎 6 の画像を重ねたときの図を示している。

【0110】

図 13 に示したように、本実施形態の画像処理装置及び画像処理方法によれば、被検体断層撮影三次元画像を画像処理することにより、大動脈 1 から腫瘍 8 への経路に至る血管を特定して表示させることができる。このような画像によれば、大動脈 1 の分岐点や屈曲点等の形状特徴、または、肋骨 5 や脊椎 6 の画像と重ねること等により、それらを目印として、腫瘍 8 等への経路に至る血管 20 の位置を明示することができる。

30

【0111】

以上、本実施形態の画像処理装置、画像処理方法及びコンピュータプログラムの一例を詳しく説明した。本実施形態の画像処理装置等は上記例に限られず、種々の改変が加えられて用いてもよい。例えば、断層画像群 $S e t \{ L n \}$ から生成される三次元画像データ $V o l \{ L n \}$ に複数の腫瘍が存在する場合には、図 3 の破線で示したように、画像表示工程 (s 11) の後、さらに、腫瘍位置設定工程 (s 7) に戻り、他の腫瘍を指定してもよい。

40

【0112】

その後、上述したのと同様に目的血管抽出工程 (s 10) までの工程、または画像表示工程 (s 11) までの工程を腫瘍の数と同じだけ複数回繰り返すことにより、複数の腫瘍につながる目的血管をそれぞれ抽出することもできる。

【0113】

さらに、複数の血管につながる腫瘍の場合には、各血管毎に重なり領域検出工程 (s 9) から目的血管抽出工程 (s 10) までの工程、または画像表示工程 (s 11) までの工程を血管の数と同じだけ複数回繰り返すことにより、各血管毎の大動脈につながる目的血

50

管をそれぞれ抽出してもよい。

【0114】

[第二実施形態]

本実施形態の画像処理装置、画像処理方法及びコンピュータプログラムは、被検体の三次元画像データを形成するための断層画像群 $Set\{L_n\}$ の取得 (s0) から膨張処理工程 (s6) までは第一実施形態と同様である。第一実施形態においては、腫瘍から伸びる血管の起点を特定するために、ユーザーが既知の腫瘍上に腫瘍の位置を特定するために設定点 P2 を指定した。なお、以下の説明において、「領域に含める」、「領域に属する」といった表現は第一実施形態の場合と同じである。

【0115】

次に、設定点 P2 から領域拡張処理することにより腫瘍領域 $C\{L_n\}$ を抽出し、血管の起点となる重なり領域 $L\{L_n\}$ を腫瘍領域 $C\{L_n\}$ と主領域 $Main\{L_n\}$ との重なりから検出した。そして、この重なり領域 $L\{L_n\}$ からさらに大動脈 1 (復元された主領域 $RMain\{L_n\}$) まで履歴付き領域拡張することにより、腫瘍 8 と大動脈 1 とをつなぐ血管 20 を特定した。

【0116】

一方、本実施形態においては、予め、既知の血管や出血を示す領域が認識できている場合に、そのような既知の体積画素を始点として指定して、その始点から履歴付き領域拡張処理することにより、始点と大動脈 1 とをつなぐ血管を抽出する例について説明する。なお、第一実施形態と同様の工程については説明を省略する。また、第一実施形態と同じ符号の要素は、第一実施形態と同様の要素を示す。

【0117】

図 14 は、画像処理装置 200 の画像処理部を説明する説明図であり、図 15 は、画像処理方法の処理の一連の流れを示すフローチャートであり、図 16 は、画像処理方法の各工程による処理を図示した模式図である。なお、画像処理装置 200 は、図 1 に示した画像処理装置 100 と実質的に同様の装置構成を有する。

【0118】

また、画像処理プログラムは、第一実施形態の画像処理プログラム 71 の代わりに、図 15 のフローチャートに示したプロセスで画像処理を行う画像処理プログラム 72 が用いられる。すなわち、本実施形態の画像処理プログラム 72 は、コンピュータに実行させる処理として、第一実施形態と同様に、画像形成工程 (ステップ s1) と、中心抽出工程 (ステップ s2) と、主領域抽出工程 (ステップ s3) と、収縮処理工程 (ステップ s4) と、芯部抽出工程 (ステップ s5) と、膨張処理工程 (ステップ s6) とを規定している。

【0119】

一方、腫瘍位置設定工程 (ステップ s7) と、腫瘍領域抽出工程 (ステップ s8) と、重なり領域検出工程 (ステップ s9) と、目的血管抽出工程 (ステップ s10) の代わりに、ユーザーから指示された三次元画像データ中の枝血管または出血を示す領域の任意の点を、始点として設定する始点設定工程 (ステップ s20) と、三次元画像データに対して、始点を初期領域として領域拡張処理することにより、始点と大動脈とをつなぐ目的血管の領域を抽出する目的血管抽出工程 (ステップ s21) とを規定する。

【0120】

そして、図 14 に示すように、コンピュータに、上記各工程を実行させる画像処理プログラムがインストールされることにより、画像形成部 101、中心抽出部 102、主領域抽出部 103、収縮処理部 104、芯部抽出部 105、膨張処理部 106、始点設定部 207、目的血管抽出部 210 を構成する。

【0121】

このような画像処理装置 200 を用いて実行される画像処理を一連の処理の流れに沿って説明する。

【0122】

10

20

30

40

50

上述のように、画像処理装置 200 を用いて実行される画像処理は、図 15 に示す、被検体の三次元画像データを形成するための断層画像群 $Set\{Ln\}$ の取得 (s0) から膨張処理工程 (復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ を求める) (s6) までは、第一実施形態と同様に処理が進められる。この結果、図 16 に示す、(a) ~ (e) までも第一実施形態と同様に処理が進められる。従って、ユーザーから指示された三次元画像データ中の枝血管または出血を示す領域の任意の点を、始点として設定する始点設定工程以降の工程について、詳しく説明する。

【0123】

(始点設定工程 (s20))

本プロセスでは、始点設定部 207 により、画像形成部 101 で形成された全領域 $Vol\{Ln\}$ 中の、既知の目的とする血管上の点 (P3) や、出血を示す領域上の点 (P4) を始点として設定する。また、医用画像診断装置 160 で撮影した断層画像群 $Set\{Ln\}$ で血管上の点 (P3) や出血を示す領域 (P4) を位置設定してもよい。いずれにしても、本プロセスでは、全領域 $Vol\{Ln\}$ 中で始点 (P3、P4) と判断される箇所の体積画素の座標が指定される。なお、この指定は、ユーザーの直接指示で行ってもよい。なお、始点 (P3、P4) は患部体積画素である。

10

【0124】

具体的な手順としては、三次元画像データである全領域 $Vol\{Ln\}$ において、既知の血管や出血を示す部分が映っていると考えられる断面画像を二次元画像として画像表示部 90 に表示させる。断面画像は、全領域 $Vol\{Ln\}$ において z 座標が同一のデータである。このデータは、x 座標、y 座標、z 座標と画素値の 4 つの成分を含む。ユーザーは、画像表示部 90 を確認しながら入力部 80 であるマウス等のポインティングデバイスを操作することにより、画像表示部 90 上の目的とする血管上の点や出血を示す領域上の点を始点 (P3 または P4) として指定する。

20

【0125】

始点設定部 207 は、ユーザーにより指定された点を識別し、その点を目的とする血管上の点 (P3) や、認識されている出血を示す領域上の点 (P4) として設定する。このようにして設定された点 P3、P4 を図 16 (f) に示す。

【0126】

(目的血管抽出工程 (s21))

本プロセスでは、目的血管抽出部 210 により、始点設定工程 (s20) で設定された既知の目的とする血管上の点 (P3) や、出血を示す領域上の点 (P4) を初期領域として、画像形成工程 (s1) で生成された三次元画像のボリュームデータ $Vol\{Ln\}$ に対して、初期領域 (P3 若しくは P4) から大動脈 1 に到達する目的血管領域 $Ob\{Ln\}$ を抽出する。また、主領域 $Main\{Ln\}$ から目的血管領域 $Ob\{Ln\}$ を抽出してもよい。

30

【0127】

処理手順は第一実施形態と同じで、初期領域 (P3 若しくは P4) から大動脈だけを示す復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ に含まれる体積画素が見つかるまで履歴付き領域拡張処理を施す。そして、パス $P\{PSk\}$ が発見されたら、パスに含まれる全ての体積画素について、主領域 $Main\{Ln\}$ に含まれない点が見つかるまで、復元された主領域 $RMain\{Ln\}$ と患部領域 $C\{Ln\}$ に到達するまで領域拡張処理を行う。

40

【0128】

また、決まった回数だけ領域拡張処理をおこなってもよい。領域拡張処理は、画素値が V_{Pth} より小さい体積画素は選択されないので、目的血管領域が撮影された以上に太くなることはないからである。なお、履歴付き領域拡張処理は、第一実施形態で説明した履歴付き領域拡張処理と同じである。

【0129】

このような処理により、目的血管領域 $Ob\{Ln\}$ が求められる。図 16 (g) には、目的血管領域 $Ob\{Ln\}$ として求められた、血管上の点 (P3) と大動脈 1 とをつなぐ

50

枝血管 20 や、出血を示す領域上の点 (P 4) と大動脈 1 とをつなぐ枝血管 30 を例示する。

【 0 1 3 0 】

(画像表示工程 (s 1 1))

本プロセスでは、目的血管抽出工程 (s 2 1) により抽出されて生成された目的血管領域 $Ob \{ Ln \}$ のデータを三次元画像として画像表示部 90 に表示する。このような処理により、血管上の点 (P 3) と大動脈 1 とをつなぐ枝血管 20 や、出血を示す領域上の点 (P 4) と大動脈 1 とをつなぐ枝血管 30 を表示することができる。

【 0 1 3 1 】

以上、本実施形態の画像処理装置、画像処理方法及びコンピュータプログラムの一例を詳しく説明した。本実施形態の画像処理装置等は上記例に限られず、種々の改変が加えられて用いてもよい。例えば、断層画像群 $Set \{ Ln \}$ から生成される三次元画像データ $Vol \{ Ln \}$ に複数の出血領域が存在する場合には、図 15 の破線で示したように、画像表示工程 (s 1 1) の後、さらに、始点設定工程 (s 2 0) に戻り、他の始点を指定してもよい。

10

【 0 1 3 2 】

その後、上述したのと同様に目的血管抽出工程 (s 2 1) までの工程、または画像表示工程 (s 1 1) までの工程を出血領域の数と同じだけ複数回繰り返すことにより、各出血領域につながる目的血管をそれぞれ抽出することもできる。

【 0 1 3 3 】

なお、第一実施形態で示したように、設定点 P 2 と拡張する領域の半径 r をユーザーが指定することで、患部領域 $C \{ Ln \}$ を求める手法は、本実施形態における始点設定工程 (s 2 0) で用いても良い。すなわち、始点設定工程 (s 2 0) で始点 (P 3 , P 4) が求められたら、患部領域 $C \{ Ln \}$ の範囲 (半径 r) をユーザーが入力する。その後の処理は第一実施形態と同じにする。つまり、第一実施形態で示した本発明は、腫瘍の代わりに本実施形態で示した血管上の点や出血を示す領域に対しても適用することができる。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 3 4 】

本発明によれば、被検体断層撮影から得た三次元画像データを画像処理することにより、大動脈から腫瘍や出血箇所等への経路に至る血管を選択的に表示させることができる。このようにして得られる画像によれば、大動脈の分岐点や屈曲点、または、肋骨像を重ねる等により、それらを目印として、腫瘍や出血箇所等への経路に至る血管の位置を特定することが簡便にできる。それにより、特殊な技能を有する放射線技師等が、時間をかけて大動脈と腫瘍や出血箇所とをつなぐ血管を読み取る必要もなく、個人の技能によらず、それらの血管の位置を明示することができる。

30

【 0 1 3 5 】

したがって、本発明に係る画像処理装置および画像処理方法を利用すれば、個人の技能によらなくとも、目的とする腫瘍までの血管を見つけ出し、腫瘍にだけ抗がん剤を送り届けることができる。また、出血部分と動脈との間の血管を特定し、効率的に止血処置を施すこと等が可能になる。

40

【 符号の説明 】

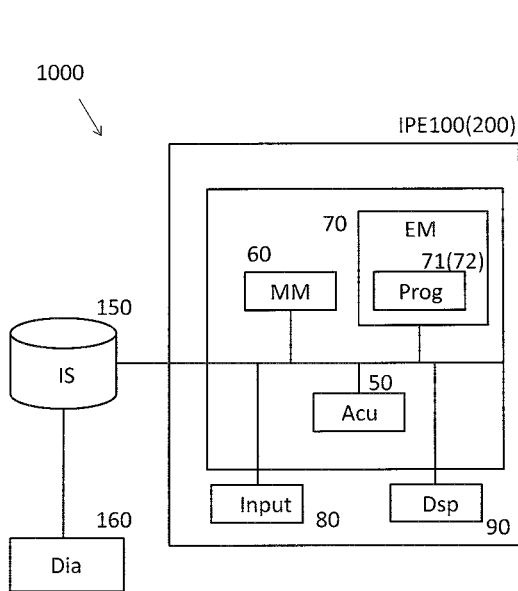
【 0 1 3 6 】

- 1 大動脈
- 2 枝血管
- 3 腫瘍のない臓器
- 4 腫瘍のある臓器
- 5 肋骨
- 6 脊椎
- 8 腫瘍
- 20 , 30 枝血管

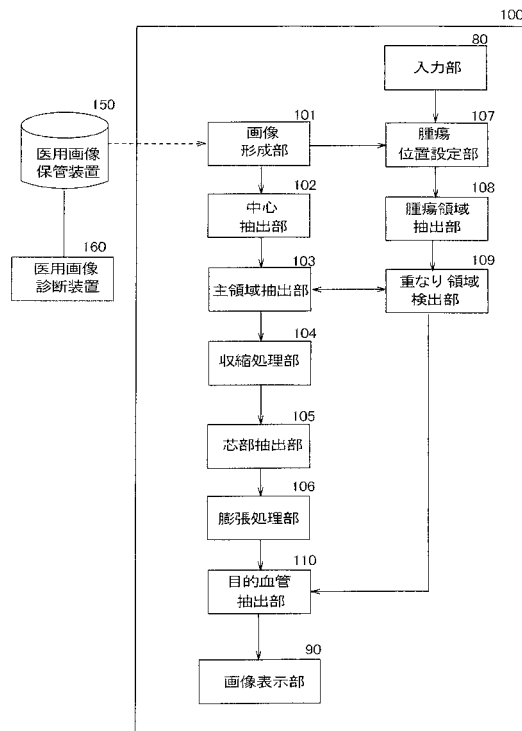
50

5 0	演算制御部	
6 0	主記憶部	
7 0	補助記憶部	
7 1	画像処理プログラム	
8 0	入力部	
9 0	画像表示部	
1 0 0 , 2 0 0	画像処理装置	
1 0 1	画像形成部	
1 0 2	中心抽出部	
1 0 3	主領域抽出部	10
1 0 4	収縮処理部	
1 0 5	芯部抽出部	
1 0 6	膨張処理部	
1 0 7	腫瘍位置設定部	
2 0 7	始点設定部	
1 0 8	腫瘍領域抽出部	
1 0 9	重なり領域検出部	
1 1 0 , 2 1 0	目的血管抽出部	
1 5 0	医用画像保管装置	
1 6 0	医用画像診断装置	20
1 0 0 0	医用画像診断システム	

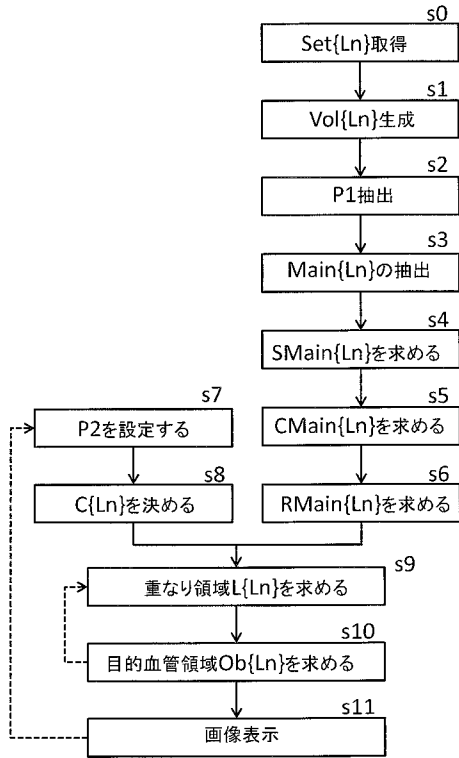
【図 1】



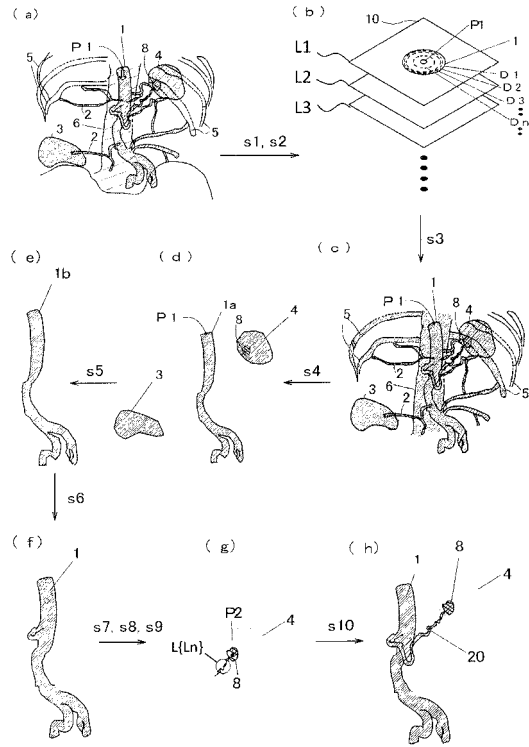
【図 2】



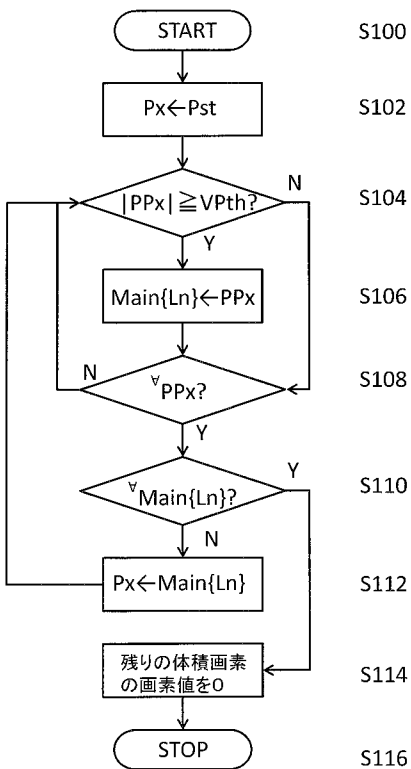
【 図 3 】



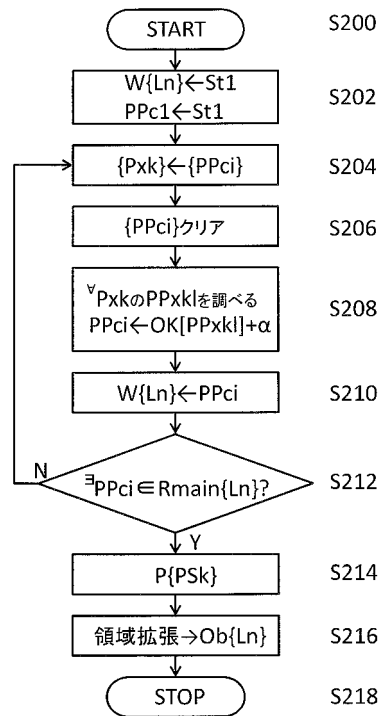
【 図 4 】



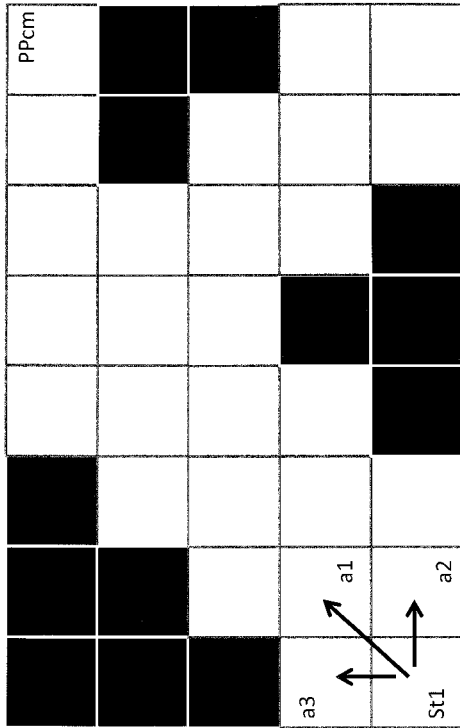
【 図 5 】



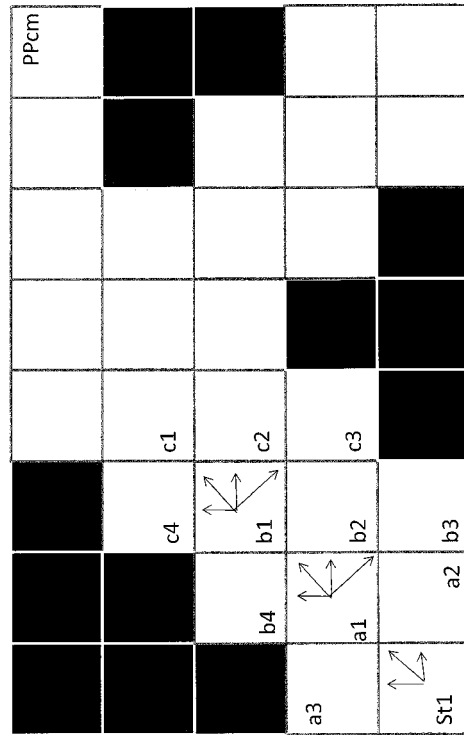
【 図 6 】



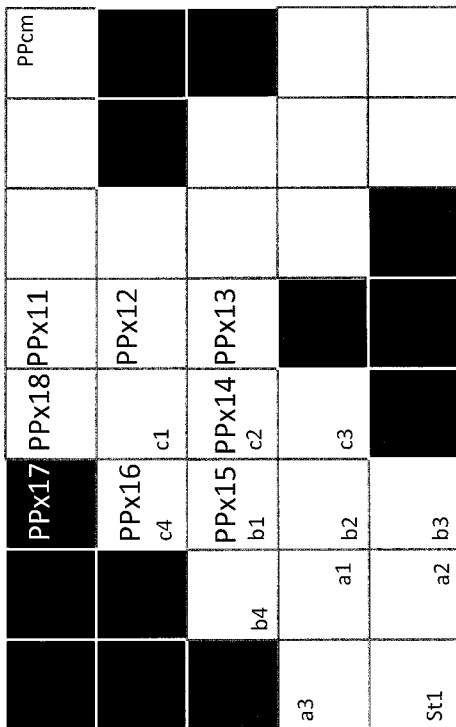
【 図 7 】



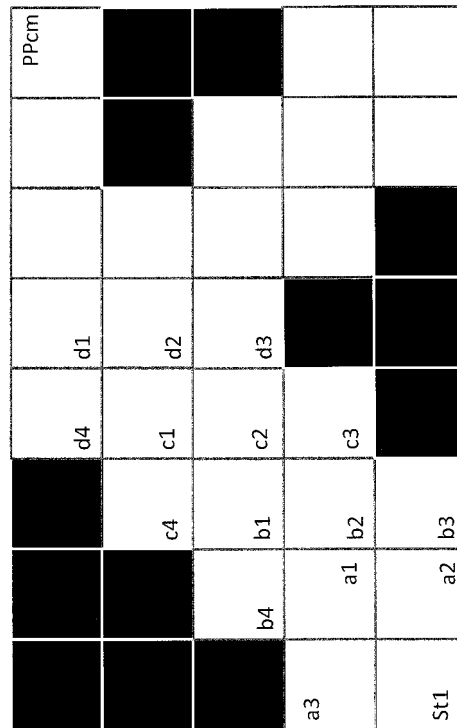
【 図 8 】



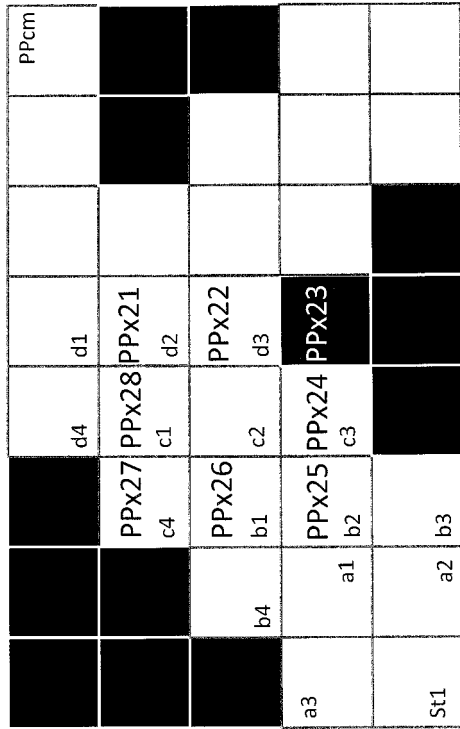
【 図 9 】



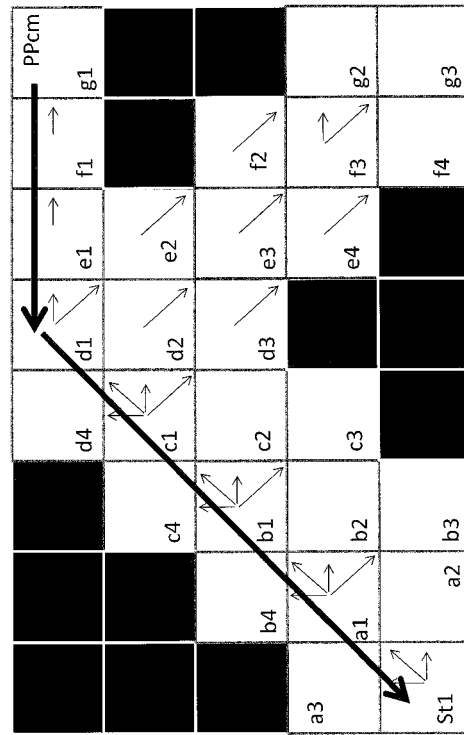
【 図 10 】



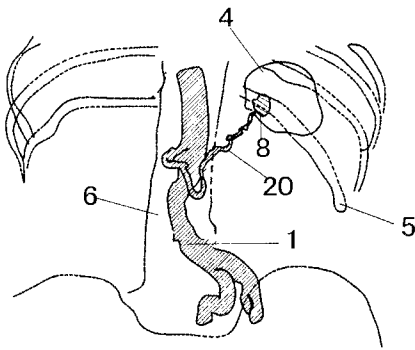
【 図 1 1 】



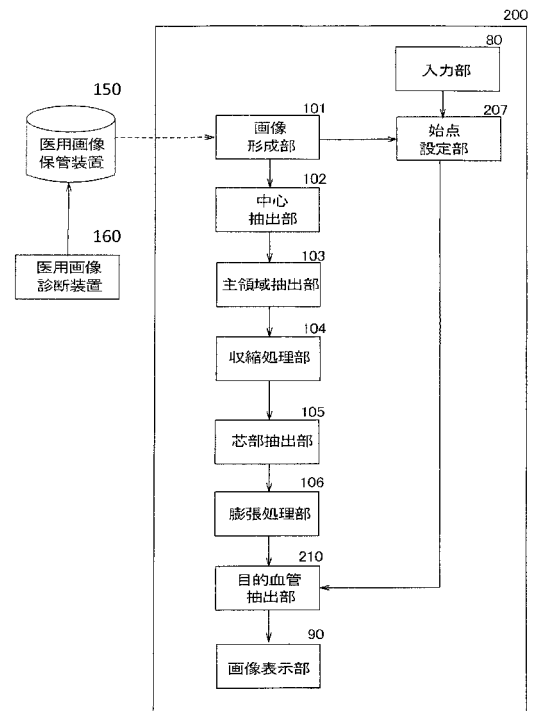
【 図 1 2 】



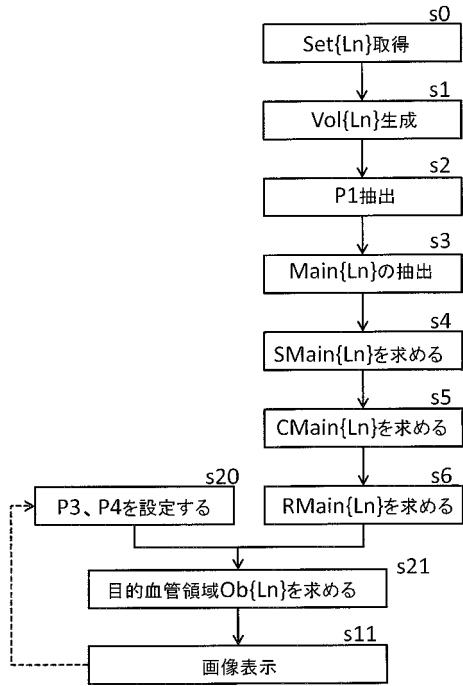
【 図 1 3 】



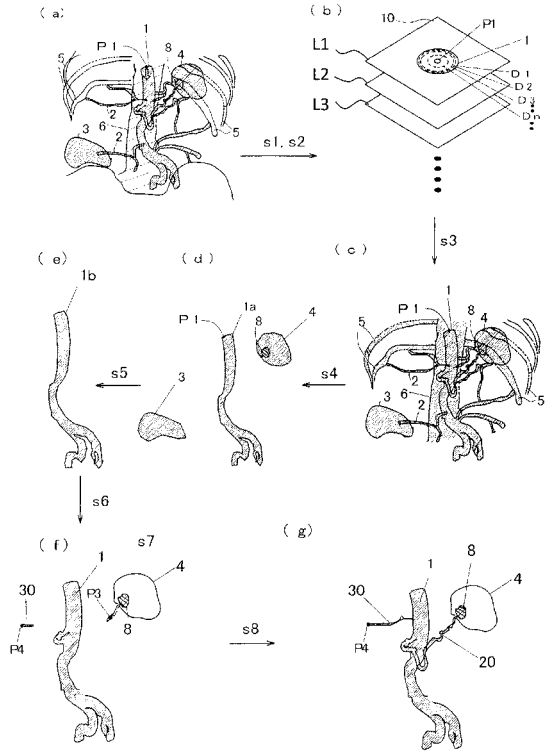
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 手続 補正書 】

【 提出日 】 平成27年8月5日 (2015.8.5)

【 手続 補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

複数の断層画像から3次元画像データとなる全領域を作る画像形成部と、
 前記全領域から大動脈に繋がる主領域を抽出する主領域抽出部と
 前記主領域から大動脈だけを示す大動脈領域を抽出する大動脈領域抽出部と、
 前記全領域から患部を含む患部領域を求める患部領域抽出部と、
 前記患部領域から前記大動脈領域までをつなぐ目的血管領域を求める目的血管抽出部と
 を有し、

前記主領域抽出部は、

前記断層画像の1枚を2値化処理し、

前記2値化処理された断層画像上の各画素に対して最も近い画素値がゼロの点までの距離を求める距離変換処理を行い、

前記距離が最も大きかった画素を含む体積画素を中心画素とし、前記中心画素から領域拡張処理によって大動脈に繋がる主領域を抽出し、

前記大動脈領域抽出部は、

前記主領域を所定の回数だけ収縮処理し、

前記収縮された主領域に対して前記中心画素から領域拡張処理を行い芯部領域を求め、

前記芯部領域を所定の回数だけ膨張処理を行い、

前記患部領域抽出部は、
前記全領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部体積画素から所定の範囲に含まれる体積画素を前記患部領域に含め、
前記目的血管抽出部は、
前記患部領域と前記主領域の共通部分である重なり領域を求め、
前記重なり領域から前記大動脈領域までを領域拡張の履歴を残しながら領域拡張処理を行い、
前記患部領域から前記大動脈領域までの拡張履歴に沿った体積画素を領域拡張処理し、
前記目的血管領域を求めることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

(削除)

【請求項 3】

(削除)

【請求項 4】

(削除)

【請求項 5】

(削除)

【請求項 6】

(削除)

【請求項 7】

(削除)

【請求項 8】

(削除)

【請求項 9】

複数の断層画像から三次元画像データとなる全領域を作る画像形成工程と、
前記全領域から大動脈に繋がる主領域を抽出する主領域抽出工程と
前記主領域から大動脈だけを示す大動脈領域を抽出する大動脈領域抽出工程と、
前記全領域から患部を含む患部領域を求める患部領域抽出工程と、
前記患部領域から前記大動脈領域までをつなぐ目的血管領域を求める目的血管抽出工程とを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 10】

前記主領域抽出工程は、
前記断層画像の 1 枚を 2 値化処理し、
前記 2 値化処理された断層画像上の各画素に対して最も近い画素値がゼロの点までの距離を求める距離変換処理を行い、
前記距離が最も大きかった画素を含む体積画素を中心画素とし、前記中心画素から領域拡張処理によって大動脈に繋がる前記主領域を抽出することを特徴とする請求項 9 に記載された画像処理方法。

【請求項 11】

前記大動脈領域抽出工程は、
前記主領域を所定の回数だけ収縮処理し、
前記収縮された主領域に対して前記中心画素から領域拡張処理を行い芯部領域を求め、
前記芯部領域を所定の回数だけ膨張処理を行うことを特徴とする請求項 9 または 10 に記載された画像処理方法。

【請求項 12】

前記患部領域抽出工程は、
前記主領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部領域とすることを特徴とする請求項 9 乃至 11 の何れか 1 の請求項に記載された画像処理方法。

【請求項 13】

前記目的血管抽出工程は、

前記患部領域から前記大動脈領域までを領域拡張の履歴を残しながら領域拡張処理を行い、

前記患部領域から前記大動脈領域までの拡張履歴に沿った体積画素を領域拡張処理し、前記目的血管領域を求めることを特徴とする請求項 1 2 に記載された画像処理方法。

【請求項 1 4】

前記患部領域抽出工程は、

前記全領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部体積画素から所定回数だけ領域拡張処理によって前記患部領域を求めることを特徴とする請求項 9 乃至 1 1 の何れか 1 の請求項に記載された画像処理方法。

【請求項 1 5】

前記患部領域抽出工程は、

前記全領域から前記患部に含まれる患部体積画素を指定し、前記患部体積画素から所定の範囲に含まれる体積画素を前記患部領域に含めることを特徴とする請求項 9 乃至 1 1 の何れか 1 の請求項に記載された画像処理方法。

【請求項 1 6】

前記目的血管抽出工程は、

前記患部領域と前記主領域の共通部分である重なり領域を求め、

前記重なり領域から前記大動脈領域までを領域拡張の履歴を残しながら領域拡張処理を行い、

前記患部領域から前記大動脈領域までの拡張履歴に沿った体積画素を領域拡張処理し、目的血管領域を求めることを特徴とする請求項 1 4 若しくは 1 5 のいずれかに記載された画像処理方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2014/005109
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B6/03(2006.01)i, A61B5/055(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) A61B6/03, A61B5/055		
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 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014		
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.
X Y	JP 2009-285121 A (Toshiba Corp., Toshiba Medical Systems Corp.), 10 December 2009 (10.12.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1, 4, 7, 17, 18 2, 3, 5, 6, 8
Y A	JP 2000-163555 A (Hitachi, Ltd., Hitachi Medical Corp., Hitachi Seibu Software, Ltd.), 16 June 2000 (16.06.2000), entire text; all drawings (Family: none)	2, 3, 5, 6, 8 1, 4, 7, 17, 18
Y A	JP 2004-230086 A (Toshiba Corp.), 19 August 2004 (19.08.2004), entire text; all drawings (Family: none)	2, 3 1, 4-8, 17, 18
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 16 December 2014 (16.12.14)		Date of mailing of the international search report 06 January 2015 (06.01.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005109

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-081254 A (Toshiba Corp., Toshiba Medical Systems Corp.), 26 April 2012 (26.04.2012), paragraphs [0044] to [0047] & US 2012/0063663 A1 & EP 2442276 A1 & CN 102415898 A	8 1-7,17,18
A	JP 2012-034988 A (Fujifilm Corp.), 23 February 2012 (23.02.2012), entire text; all drawings & WO 2012/020547 A1 & CN 103068313 A & US 2013/0144160 A1 & EP 2604189 A1	1-8,17,18
A	JP 2008-307145 A (Hitachi Medical Corp.), 25 December 2008 (25.12.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-8,17,18
A	JP 2008-529646 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 07 August 2008 (07.08.2008), entire text; all drawings & WO 2006/085288 A2 & CN 101120381 A & US 2008/0194940 A1 & RU 2007130891 A & AT 527632 T	1-8,17,18
A	WO 2007/125676 A1 (Hitachi Medical Corp., Osaka University), 08 November 2007 (08.11.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-8,17,18
A	JP 2003-033349 A (Hitachi Medical Corp.), 04 February 2003 (04.02.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-8,17,18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005109

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: 9-16
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
Claims 9-16 pertain to diagnostic methods for the human body and thus relate to a subject matter on which this International Searching Authority is not required to carry out an international search under the provisions of PCT Article 17(2)(a)(i) and PCT Rule 39.1(iv).
2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2014/005109									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B6/03(2006.01)i, A61B5/055(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. A61B6/03, A61B5/055											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2014年										
日本国実用新案登録公報	1996-2014年										
日本国登録実用新案公報	1994-2014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 請求項の番号									
X Y	JP 2009-285121 A (株式会社東芝、東芝メディカルシステムズ株式会社) 2009.12.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 4, 7, 17, 18 2, 3, 5, 6, 8									
Y A	JP 2000-163555 A (株式会社日立製作所、株式会社日立メディコ、日立西部ソフトウェア株式会社) 2000.06.16, 全文、全図 (ファミリーなし)	2, 3, 5, 6, 8 1, 4, 7, 17, 18									
Y A	JP 2004-230086 A (株式会社東芝) 2004.08.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	2, 3 1, 4-8, 17, 18									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 16.12.2014		国際調査報告の発送日 06.01.2015									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 亀澤 智博	2Q 4746								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292									

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2014/005109

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 請求項の番号
Y A	JP 2012-081254 A (株式会社東芝、東芝メディカルシステムズ株式会社) 2012.04.26, 段落【0044】－【0047】 & US 2012/0063663 A1 & EP 2442276 A1 & CN 102415898 A	8 1-7, 17, 18
A	JP 2012-034988 A (富士フイルム株式会社) 2012.02.23, 全文、全図 & WO 2012/020547 A1 & CN 103068313 A & US 2013/0144160 A1 & EP 2604189 A1	1-8, 17, 18
A	JP 2008-307145 A (株式会社日立メディコ) 2008.12.25, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8, 17, 18
A	JP 2008-529646 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2008.08.07, 全文、全図 & WO 2006/085288 A2 & CN 101120381 A & US 2008/0194940 A1 & RU 2007130891 A & AT 527632 T	1-8, 17, 18
A	WO 2007/125676 A1 (株式会社日立メディコ、国立大学法人大阪大学) 2007.11.08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8, 17, 18
A	JP 2003-033349 A (株式会社日立メディコ) 2003.02.04, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8, 17, 18

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2014/005109

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 9-16 は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、請求項 9-16 は、人体の診断方法に関するものであって、PCT17条(2)(a)(i)及びPCT規則39.1(iv)の規定により、この国際調査機関が国際調査をすることを要しない対象に係るものである。
2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

様式PCT/ISA/210（第1ページの続葉（2））（2009年7月）

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 河合 信行

和歌山県和歌山市紀三井寺 8 1 1 番地 1 公立大学法人和歌山県立医科大学内

(72)発明者 細川 聖記

和歌山県和歌山市紀三井寺 8 1 1 番地 1 公立大学法人和歌山県立医科大学内

Fターム(参考) 4C093 AA22 AA24 CA23 DA02 FF15 FF17 FF21 FF27 FF42

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。