

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5523704号
(P5523704)

(45) 発行日 平成26年6月18日(2014.6.18)

(24) 登録日 平成26年4月18日(2014.4.18)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/12 (2006.01) A 6 1 B 8/12

請求項の数 34 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-527044 (P2008-527044)	(73) 特許権者	500332814
(86) (22) 出願日	平成18年8月14日 (2006. 8. 14)		ボストン サイエンティフィック リミテッド
(65) 公表番号	特表2009-504329 (P2009-504329A)		英国領パーミューダ エイチエム11 ハミルトン チャーチ ストリート 2 クラレンドン ハウス
(43) 公表日	平成21年2月5日 (2009. 2. 5)	(74) 代理人	100078282
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/031739		弁理士 山本 秀策
(87) 国際公開番号	W02007/022133	(74) 代理人	100113413
(87) 国際公開日	平成19年2月22日 (2007. 2. 22)		弁理士 森下 夏樹
審査請求日	平成21年6月4日 (2009. 6. 4)	(72) 発明者	リー, ウェングアン
審査番号	不服2012-25371 (P2012-25371/J1)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 95008, キャンベル, チェリー ブロッサム レーン 301
審査請求日	平成24年12月21日 (2012. 12. 21)		
(31) 優先権主張番号	60/708, 479		
(32) 優先日	平成17年8月15日 (2005. 8. 15)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	11/409, 343		
(32) 優先日	平成18年4月20日 (2006. 4. 20)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医用画像解析

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

医用画像を受信するステップと、
 該医用画像を解析するステップと、
 該医用画像の解析に基づいて、該医用画像内の領域の初期境界を決定するステップと、
 該医用画像上の2つ以上の第一の制御点を示す第一のユーザ入力を受信するステップであって、該2つ以上の第一の制御点のそれぞれは、該初期境界の内側または外側に位置する、ステップと、

該解析と該ユーザ入力に基づいて、該医用画像上の該領域の第一の修正された境界を決定するステップであって、該第一の修正された境界は、該2つ以上の第一の制御点を通過する、ステップと、

該第一の修正された境界を決定した後に、該医用画像上の1つ以上の第二の制御点を示す第二のユーザ入力を受信するステップであって、該1つ以上の第二の制御点のそれぞれは、該第一の修正された境界の内側または外側に位置する、ステップと、

該解析、該第一のユーザ入力、および該第二のユーザ入力に基づいて、該医用画像上の該領域の第二の修正された境界を決定するステップであって、該第二の修正された境界は該1つ以上の第二の制御点を通過する、ステップと

を含み、

該第二のユーザ入力によって示される第二の制御点が、該第一のユーザ入力によって示される第一の制御点の所定の近傍内にある場合、該第二の修正された境界は、該1つ以上

の第二の制御点と、該所定の近傍内に位置する該第一の制御点以外の第一の制御点とを通過する、医用画像の解析方法。

【請求項 2】

前記医用画像は心エコー画像であり、前記領域は心腔を示す、請求項1の方法。

【請求項 3】

前記医用画像は血管内超音波 (I V U S) 画像であり、前記領域は血管を示す、請求項1の方法。

【請求項 4】

前記初期境界は血管の内腔領域の境界である、請求項3の方法。

【請求項 5】

前記初期境界は血管の中膜 - 外膜境界線である、請求項3の方法。

【請求項 6】

前記医用画像の前記解析は、該医用画像を構成する複数の画素間の輝度コントラストの解析を含む、請求項1の方法。

【請求項 7】

前記医用画像を解析するステップは、前記医用画像を構成する複数の画素に対応する複数のエッジ強度値を含むエッジ強度マップを作成するステップを含む、請求項1の方法。

【請求項 8】

前記初期境界を決定するステップは、前記エッジ強度マップに少なくとも部分的に基づいて、エッジを検出するためにエッジ検出処理を実施するステップを含み、該エッジは前記初期境界を示す、請求項7の方法。

【請求項 9】

2つ以上の第一の制御点を選択する前記第一のユーザ入力に基づいて、修正されたエッジ強度マップを作成するステップをさらに含み、

前記第一の修正された境界を決定するステップは、該修正されたエッジ強度マップに少なくとも部分的に基づいて、エッジを検出するためにエッジ検出処理を実施するステップを含み、該エッジは前記第一の修正された境界を示す、請求項8の方法。

【請求項 10】

プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能格納媒体を備えた医用画像化システムであって、

該プログラムは、プロセッサにより実行されたときに、

医用画像を受信することと、

該医用画像を解析することと、

該医用画像の該解析に基づいて、該医用画像内の領域の初期境界を決定することと、

該医用画像上の少なくとも2つの第一の制御点を示す第一のユーザ入力を受信することであって、該少なくとも2つの第一の制御点は、該初期境界の内側または外側に位置することと、

該解析と該第一のユーザ入力とに基づいて、該医用画像上の該領域の第一の修正された境界を決定することであって、該第一の修正された境界は、該少なくとも2つの第一の制御点を通過することと、

該第一の修正された境界を決定した後に、該医用画像上の1つ以上の第二の制御点を示す第二のユーザ入力を受信することであって、該1つ以上の第二の制御点のそれぞれは、該第一の修正された境界の内側または外側に位置することと、

該解析、該第一のユーザ入力、および該第二のユーザ入力に基づいて、該医用画像上の該領域の第二の修正された境界を決定することであって、該第二の修正された境界は該1つ以上の第二の制御点を通過することと

を該プロセッサに行わせ、

該第二のユーザ入力によって示される第二の制御点が、該第一のユーザ入力によって示される第一の制御点の所定の近傍内にある場合、該第二の修正された境界は、該1つ以上の第二の制御点と、該所定の近傍内に位置する該第一の制御点以外の第一の制御点とを通過

10

20

30

40

50

過する、システム。

【請求項 1 1】

前記医用画像は心エコー画像であり、前記領域は心腔を示す、請求項 1 0 のシステム。

【請求項 1 2】

前記医用画像は血管内超音波 (I V U S) 画像であり、前記領域は血管を示す、請求項 1 0 のシステム。

【請求項 1 3】

超音波画像化装置をさらに備え、該超音波画像化装置は、前記 I V U S 画像を作成するよう機能する、請求項 1 2 のシステム。

【請求項 1 4】

ディスプレイ装置であって、該ディスプレイ装置は、前記医用画像を表示するよう機能する、ディスプレイ装置と、

ユーザ入力装置であって、該ユーザ入力装置は、ユーザと対話して前記ユーザ入力を受信するよう機能する、ユーザ入力装置と

をさらに備える、請求項 1 0 のシステム。

【請求項 1 5】

前記ディスプレイ装置は、前記医用画像の表示に重ね合わせられた、前記初期境界のグラフ表示を表示するようさらに機能する、請求項 1 4 のシステム。

【請求項 1 6】

前記ディスプレイ装置は、前記医用画像の表示に重ね合わせられた、前記第一の修正された境界のグラフ表示を表示するようさらに機能する、請求項 1 4 のシステム。

【請求項 1 7】

複数の第一の制御点が前記第一のユーザ入力として受信される、請求項 1 0 のシステム

【請求項 1 8】

前記医用画像の前記解析は、該医用画像を構成する複数の画素間の輝度コントラストの解析に基づく、請求項 1 0 のシステム。

【請求項 1 9】

血管内超音波 (I V U S) 画像を受信するステップと、

該 I V U S 画像を解析するステップと、

該 I V U S 画像の解析に基づいて、該 I V U S 画像内の領域の初期境界を決定するステップと、

該 I V U S 画像上の 2 つ以上の第一の制御点を示す第一のユーザ入力を受信するステップであって、該 2 つ以上の第一の制御点のそれぞれは、該初期境界の内側または外側に位置する、ステップと、

該解析と該第一のユーザ入力とに基づいて、該 I V U S 画像上の該領域の第一の修正された境界を決定するステップであって、該第一の修正された境界は、該 2 つ以上の第一の制御点を通る、ステップと、

該第一の修正された境界を決定した後に、該 I V U S 画像上の 1 つ以上の第二の制御点を示す第二のユーザ入力を受信するステップであって、該 1 つ以上の第二の制御点のそれぞれは、該第一の修正された境界の内側または外側に位置する、ステップと、

該解析、該第一のユーザ入力、および該第二のユーザ入力に基づいて、該 I V U S 画像上の該領域の第二の修正された境界を決定するステップであって、該第二の修正された境界は該 1 つ以上の第二の制御点を通る、ステップと

を含み、

該第二のユーザ入力によって示される第二の制御点が、該第一のユーザ入力によって示される第一の制御点の所定の近傍内にある場合、該第二の修正された境界は、該 1 つ以上の第二の制御点と、該所定の近傍内に位置する該第一の制御点以外 の第一の制御点 とを通る、I V U S 画像の解析方法。

【請求項 2 0】

10

20

30

40

50

前記 I V U S 画像の解析は、前記 I V U S 画像を構成する複数の画素間の輝度コントラストの解析を含む、請求項 1 9 の方法。

【請求項 2 1】

前記初期境界は血管の内腔領域の境界である、請求項 1 9 の方法。

【請求項 2 2】

前記初期境界は血管の中膜 - 外膜境界線である、請求項 1 9 の方法。

【請求項 2 3】

前記 I V U S 画像を解析するステップは、該 I V U S 画像を構成する複数の画素に対応する複数のエッジ強度値を含むエッジ強度マップを作成するステップを含む、請求項 1 9 の方法。

10

【請求項 2 4】

前記初期境界を決定するステップは、前記エッジ強度マップに少なくとも部分的に基づいてエッジを検出するためにエッジ検出処理を実施するステップを含み、該エッジは前記初期境界を示す、請求項 2 3 の方法。

【請求項 2 5】

2 つ以上の第一の制御点を選択する前記第一のユーザ入力に基づいて、修正されたエッジ強度マップを作成するステップをさらに含み、

前記修正された境界を決定するステップは、該修正されたエッジ強度マップに少なくとも部分的に基づいてエッジを検出するためにエッジ検出処理を実施するステップを含み、該エッジは前記修正された境界を示す、請求項 2 4 の方法。

20

【請求項 2 6】

プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能格納媒体を備えた血管内超音波 (I V U S) 画像化システムであって、

該プログラムは、プロセッサにより実行されたときに、

I V U S 画像を受信することと、

該 I V U S 画像を解析することと、

該 I V U S 画像の該解析に基づいて、該 I V U S 画像内の領域の初期境界を決定することと、

該 I V U S 画像上の少なくとも 2 つの第一の制御点を示す第一のユーザ入力を受信することであって、該少なくとも 2 つの第一の制御点は、該初期境界の内側または外側に位置する、ことと、

30

該解析と該第一のユーザ入力とに基づいて、該 I V U S 画像上の該領域の第一の修正された境界を決定することであって、該修正された境界は、該少なくとも 2 つの第一の制御点を通過する、ことと、

該第一の修正された境界を決定した後に、該 I V U S 画像上の 1 つ以上の第二の制御点を示す第二のユーザ入力を受信することであって、該 1 つ以上の第二の制御点のそれぞれは、該第一の修正された境界の内側または外側に位置する、ことと、

該解析、該第一のユーザ入力、および該第二のユーザ入力に基づいて、該 I V U S 画像上の該領域の第二の修正された境界を決定することであって、該第二の修正された境界は該 1 つ以上の第二の制御点を通過する、ことと

40

を該プロセッサに行わせ、

該第二のユーザ入力によって示される第二の制御点が、該第一のユーザ入力によって示される第一の制御点の所定の近傍内にある場合、該第二の修正された境界は、該 1 つ以上の第二の制御点と、該所定の近傍内に位置する該第一の制御点以外 の第一の 制御点とを通過する、システム。

【請求項 2 7】

超音波画像化装置をさらに備え、該超音波画像化装置は、前記 I V U S 画像を作成するよう機能する、請求項 2 6 のシステム。

【請求項 2 8】

ディスプレイ装置であって、該ディスプレイ装置は、前記 I V U S 画像を表示するよう

50

機能する、ディスプレイ装置と、

ユーザ入力装置であって、該ユーザ入力装置は、ユーザと対話して前記ユーザ入力を受信するよう機能する、ユーザ入力装置と

をさらに備える、請求項 2 6 のシステム。

【請求項 2 9】

前記ディスプレイ装置は、前記 I V U S 画像の表示に重ね合わせられた、前記初期境界のグラフ表示を表示するようさらに機能する、請求項 2 8 のシステム。

【請求項 3 0】

前記ディスプレイ装置は、前記 I V U S 画像の表示に重ね合わせられた、前記第一の修正された境界のグラフ表示を表示するようさらに機能する、請求項 2 8 のシステム。

10

【請求項 3 1】

複数の第一の制御点が前記第一のユーザ入力として受信される、請求項 2 6 のシステム

。 【請求項 3 2】

前記 I V U S 画像の前記解析は、該 I V U S 画像を構成する複数の画素間の輝度コントラストの解析に基づく、請求項 2 6 のシステム。

【請求項 3 3】

前記初期境界は血管の内腔領域の境界である、請求項 2 6 のシステム。

【請求項 3 4】

前記初期境界は血管の中膜 - 外膜境界線である、請求項 2 6 のシステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、医用画像化に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

血管内超音波 (I V U S) 画像化法は、医療専門家に、動脈内腔および血管壁のリアルタイムでの断面の高解像度画像を提供する。 I V U S 画像化法は、病変形態の可視化、および患者の動脈断面寸法の精密な測定を可能にする。これは、再狭窄の重症度またはアテローム性動脈硬化の進行の定量的評価、カテーテルを用いた治療手技の選択と誘導、および血管内処置の転帰の評価を含む多くの重要な臨床応用につながってきた。例えば、動脈内のプラーク蓄積量を評価するために、内腔の境界と動脈の境界を検出することが可能である。プラーク量は、通常この 2 つの境界間で異なる。

30

【0 0 0 3】

血管断面の血管内超音波 (I V U S) 画像を作成する従来の手法では、超音波ビームを 3 6 0 度の走査角で順次スイープする必要があった。カテーテル先端のシングルエレメント・トランスデューサは、血管の内側で回転させることができる。シングルエレメント・トランスデューサを可撓性駆動軸に取り付けることも、あるいは回転ミラーを使用することもできるが、どちらの場合も、超音波ビームは血管内の実質的には全ての角度位置に向けられる。あるいは、多数の小型トランスデューサ要素をカテーテルチップの周囲に円筒状に取り付け、超音波ビームを電子的に操縦して断面走査を行うこともできる。

40

【0 0 0 4】

超音波ビームの組織または血液との相互作用は、トランスデューサにより検出されるエコー信号を生成する。エコー信号は、そのエコー信号が相互作用する生体媒質によって、減衰、反射 / 屈折、および / または散乱を受け得る。超音波が 2 種類の媒質間の境界線を横切って進むとき、その超音波の一部は界面で反射され、残りの超音波は第二の媒質内に伝播する。反射音の強度と、第二の媒質まで進み続ける強度との比率は、媒質間の音響インピーダンスの差に関連している。 I V U S システムは、例えば標準ビデオフォーマットで、上述のエコー信号を超音波画像として表示できる電気信号に変換する変換回路を含む

50

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0005】

概して、本発明は、1つの側面において血管内超音波（IVUS）画像の解析方法の特徴とする。IVUS画像は受信、解析され、そのIVUS画像の解析に基づいて、IVUS画像内の領域の初期境界が決定される。1つ以上の制御点を示すユーザ入力を受信され、この1つ以上の制御点のそれぞれは、初期境界の内側または外側に位置している。領域の修正された境界は、解析とユーザ入力とに基づいて決定されるが、この修正された境界は、1つ以上の制御点を通過している。

【0006】

本発明の1つ以上の実施例の詳細は、添付の図面と以下の記載において説明される。本発明のその他の特徴と利点は、この記載、図面、および特許請求の範囲から明らかとなるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

各種の図における同様の参照番号および称号は、同様の要素を示している。

【0008】

IVUS画像の解析方法が記載される。IVUS画像は分析され、例えば内腔の初期境界または血管自体の初期境界、すなわち中膜 - 外膜境界（*medial - advential border*）など、IVUS画像内の領域の初期境界が決定される。初期境界は、IVUS画像に重ね合わせられ、ユーザに表示される。ユーザは、境界の外側または内側のいずれかの1つ以上の制御点を選択することによって、初期境界を修正することを選択し得る。修正された境界は、IVUS画像の解析とユーザ選択制御点とに基づいて決定される。修正された境界は、1つ以上の選択された制御点を通過する。

【0009】

図1は、IVUS画像を受信および解析するためのシステム100の1つの実施例を示している。システム100に含まれる超音波画像化サブシステム105は、超音波トランスデューサ、および超音波トランスデューサから受信されたデータに基づいてIVUS画像を作成するソフトウェアおよびハードウェアコンポーネントを含み得る。システム100はまた、IVUS画像を解析して、IVUS画像内の領域の初期境界を決定するよう構成された境界検出サブシステム110も含むことができる。ユーザインターフェース115は、ユーザがシステム100と対話するのを可能にし、このユーザインターフェース115は、ユーザ入力装置120とディスプレイ125とに接続され得る。1つの実装例では、ユーザ入力装置120はトラックボールであり、ディスプレイ125はモニタである。別の実装例では、ディスプレイ125は、例えばテレビ画面など、ユーザがIVUS画像を見ることを可能にするその他の任意の適切なディスプレイ装置であり得、入力装置120は、キーボード、ライトペン、描画タブレット、またはタッチセンサモニタなど、ユーザがシステムに入力を提供することが可能なその他任意の適切なユーザ入力装置であり得る。

【0010】

図2は、ディスプレイ125に表示された、超音波画像化サブシステム105によって作成された例示的なIVUS画像200を示している。熟練した医師または超音波技師に対して、IVUS画像200のコントラスト部分は、画像化された血管の状態についての情報を提供する。

【0011】

図3を参照すると、初期内腔境界330と初期中膜 - 外膜境界335を検出する、1つ以上のエッジ検出機能が適用されたIVUS画像200が示されている。後述の例示的なエッジ検出手法のうちの1つ以上あるいはその他のものを含む、任意のエッジ検出手法が適用され得る。

【0012】

10

20

30

40

50

図4は、中膜 - 外膜境界または内腔境界などのIVUS画像内の領域の初期境界を計算し、ユーザ入力に基づいてその境界を修正するための処理を示すフローチャートである。例示を目的として、処理400は図1に示されるシステム100に関連して説明されるが、この処理を実施するためには異なるシステムも使用され得ることを理解すべきである。境界検出サブシステム110は、例えば図2に示されているIVUS画像200などのIVUS画像を受信する(ステップ410)。図示されるシステム100では、境界検出サブシステム110は、超音波画像化サブシステム105からIVUS画像を受信する。1つの実装例では、超音波画像化サブシステム105は、Boston Scientific Scimed, Inc. (カリフォルニア州フレモント)から入手可能なイメージングカテーテルなどを含み得る。

10

【0013】

次に、システム100は、IVUS画像を解析する(ステップ420)。例えば1つの実装例では、これは画素間のグレースケールコントラストの解析を含む。つまり、画素の輝度を比較し、コントラストの領域を決定する。通常境界は、高輝度を有する画素と低輝度を有する画素との間のコントラストの領域に位置する。境界検出システム110は、解析に基づいて、領域の初期境界を特定する(ステップ430)。初期境界は、後述のエッジ検出処理のうちの1つ、またはその他任意の適当なエッジ検出処理を含むエッジ検出処理を使用して検出され得る。

【0014】

エッジ検出処理の1つの例は、並行エッジ検出処理である。並行エッジ検出処理は、その画素の局所内のみ情報に基づいて、特定の画素が領域の境界線上に位置しているかどうかを決定する。この処理は局所的であり、他の位置での処理結果に影響されないため、領域の完全な境界を発見するために、IVUS画像内のいずれの場所にも並行エッジ検出手法を同時に適用してよい。典型的な並行エッジ検出処理は、画像境界線を強調するためにエッジオペレータを適用し、既定の値域に含まれる画素を特定することによって、強調された画像データのエッジ画素を発見し、細線化アルゴリズムによって複数のエッジ点を除去し、エッジ点を結合して領域に含まれる全画素を囲む輪郭を形成し、それによって領域の境界を構築することを伴う。

20

【0015】

エッジ検出処理の別の例は、順次エッジ検出処理である。順次エッジ検出は、物理的な対象物の境界(すなわち領域)が連続的であるべきだという原則に基づいており、エッジ点が特定されると、その後続エッジ点はそのすぐ付近で発見される可能性が高い。そのため、この順次的アプローチは一度に1つのエッジ点を探索し、それにより意思決定に、局所情報と以前に検討した点の結果を両方使用することが可能となる。この順次的アプローチの1つの実装例は、動脈内腔など閉鎖した略円形の領域の検出のための、放射状探索方法である。放射状探索アプローチは、半径の組を規定するために領域の略中心を発見することと、エッジオペレータを適用することと、中心から始まる半径に沿ってエッジ点を探索することと、そのあと半径方向の全エッジ点を結合して輪郭を形成することを含むことができる。このアプローチは、二次元境界線検出問題を直線の組に沿った一次元探索にするというさらなる利点も有する。

30

40

【0016】

別の実装例では、初期境界は、動的プログラミング最適化による順次エッジ検出に基づいて決定される。動的プログラミング最適化は、可能性のあるエッジ画素候補から、可能なだけ多くの情報を用いて、最適エッジ画素を選択する手法である。1つの実装例では、各画像画素のエッジ強度値を含むエッジ強度マップが計算される。画素のエッジ強度値は、エッジが画素を通過する可能性を示すが、画素のエッジ強度値が高いほど、エッジが画素を通過する可能性が高い。例えば、画像のグレースケールコントラストデータは、エッジ強度値を決定するために使用できる。つまり、高コントラスト領域(高輝度と低輝度の画素が近接して含まれる領域)の画素は、エッジ画素となる可能性がより高い。追加データも使用され得る。例えば、中膜 - 外膜境界が最初に計算される場合、その中膜 - 外膜境

50

界の外側に位置するあらゆる画素は、内腔境界を示すエッジ上にある可能性が低い。これは内腔境界が従来的に中膜 - 外膜境界内にあるため、このデータは内腔境界を示すエッジのエッジ強度値を計算するとき使用できる。例えば境界の予想形状などの別のデータを用いて、エッジ強度値を計算することもできる。つまり、中膜 - 外膜境界は、通常実質的に円形であると予想されるが、内腔境界はより不規則であってよい。

【 0 0 1 7 】

他の実装例では、受信された超音波信号のスペクトル解析が実施され、そのスペクトル解析から信号の位相、振幅、および電力情報が得られる。内腔内を流れる血液も信号を生成し、これは内腔と血液との間のコントラストを減少させ得る。しかし、血流中で生成されたエコー信号は、通常、内腔境界の組織によって生成されたエコー信号とは異なる信号位相を有する。エコー信号のスペクトル解析は、信号位相情報を引き出すために使用され得、従って血流と内腔境界の組織とを区別するために役立つ。この情報は、エッジ強度マップに含まれるエッジ強度値を決定するためにも使用できる。

10

【 0 0 1 8 】

初期境界は、エッジ強度マップを使用することによって、初期境界が最高累積エッジ強度値をもたらす画素の組を通過する状態で決定され得るが、同時に、初期境界は閉曲線でないといけない、などの初期境界を定義する規則には依然として従っている。

【 0 0 1 9 】

一度決定されると、初期境界は、IVUS画像に重ね合わせられて表示される（ステップ440）。図3は、2つの初期境界330、335が画像100に重ね合わせられた、図2のIVUS画像200を示している。初期境界330は、境界検出サブシステム110により特定された内腔境界であり、初期境界335は、境界検出サブシステム110によって特定された中膜 - 外膜境界である。

20

【 0 0 2 0 】

熟練した医師、超音波技師、またはこのシステムについて訓練を受けたその他のユーザは、エッジ検出機能が決定できないIVUS画像について、高い頻度で決定することができる。例えば、血管内の石灰化した病変またはプラークは、中膜 - 外膜境界を曖昧にし、エッジ検出機能に境界の実質的には不正確な描写を作成させる可能性がある。次のステップでは、境界検出サブシステム110は、初期境界のうち1つ以上を修正することについてのユーザ入力を受信する（ステップ450）。1つの実装例では、ユーザは、ユーザ入力装置120を使用して1つ以上の制御点を入力するが、これは例えばトラックボールを使用して、IVUS画像200上で制御点を選択する、などであり、各点はユーザに対して表示される。図5を参照すると、ユーザ選択点540、545を重ね合わせたIVUS画像200が示されている。この例では、ユーザは初期中膜 - 外膜境界335を修正することを望み、また修正された中膜 - 外膜境界が点540、545を通過することを望んでいる。

30

【 0 0 2 1 】

境界検出サブシステム110は、解析とユーザ入力、すなわち制御点540、545に基づいて、領域の修正された境界を決定する（ステップ460）。例えば、上述の動的プログラミング最適化手法による順次エッジ検出を使用する場合、制御点の選択により、1つ以上の対応する画素のエッジ強度値を変更することができる。つまり、制御点（またはその所定の近傍内）を表わす1つ以上の画素は、高い可能性（例えば100%）で境界を示しているエッジ上にある。元の画像解析は、ユーザ入力（例えば制御点の選択）と組み合わせられ、新しいまたは修正されたエッジ強度マップが計算される。修正されたエッジ強度マップを使用して、境界検出サブシステム110は、制御点を通過するために、領域の初期境界が修正されなければならないかどうかを決定し、必要であれば境界を自動的に修正する。図6を参照すると、修正された境界335'は、ディスプレイ125のIVUS画像200に重ね合わせられて表示される。（ステップ470）。図示されるように、修正された境界335'は制御点540、545を通過する。

40

【 0 0 2 2 】

50

ステップ450～470は、必要な回数だけ反復され得るが、それぞれの反復では、ユーザが1つ以上の追加制御点を提供する、または1つ以上の既存の制御点を新しい制御点に置き換える。1つの実装例では、ユーザが、既存の制御点の所定の近傍内に位置する新しい制御点を選択した場合、新しい制御点は既存の制御点を置き換える。このように、ユーザは領域の境界の位置付けを簡単に調整することができる。

【0023】

図7は、新しい制御点が既存の制御点の所定の近傍内に位置するかどうかを決定するための方法700を示している。境界検出サブシステム110は、例えば図8に示されるIVUS画像200などのIVUS画像を受信する(ステップ710)。図示されるシステム100では、境界検出サブシステム110は、超音波画像化サブシステム105からIVUS画像を受信する。境界検出サブシステム110は、画像200を複数のセクタに分割する。図8は、セクタが楔型であり、血管の略中心860から生じる半径線によって規定される、1つの実装例を示している。図8は8つの楔型セクタを示しているが、IVUS画像は任意の数の楔型セクタに分割し得る。例えば境界検出サブシステム110は、画像を120～180の楔型セクタに分割し得る。あるいは、画像200は異なる形状のセクタに分割し得る。

10

【0024】

境界検出サブシステム110は、上述のように、例えば初期中膜-外膜境界335などの領域の初期境界を決定する(ステップ720)。次にn個の制御点を選択する第一のユーザ入力は、境界検出サブシステム110により、ユーザ入力装置120から受信される(ステップ730)。この例では、 $n = 2$ であり、制御点は図8に示される点540および545である。

20

【0025】

図9を参照すると、図4に関連して上述したように、境界検出サブシステム110は、解析と第一のユーザ入力に含まれる制御点に基づいて、血管の修正された中膜/外膜境界335'を決定する(ステップ740)。m個の制御点を選択する第二のユーザ入力は、境界検出サブシステム110により、ユーザ入力装置120から受信される(ステップ750)。この例では、 $m = 2$ であり、点940および945は、図10に示される、第二のユーザ入力において受信される制御点である。

30

【0026】

境界検出サブシステム110は、第二の入力に含まれる1つ以上の制御点が、第一の入力に含まれる制御点と同じセクタに位置するかどうかを決定する(ステップ760)。第二の入力に含まれる制御点が、第一の入力に含まれる制御点と同一のセクタに位置する場合、第一の入力に含まれる制御点は、さらに修正された境界を決定するとき、境界検出サブシステム110によって無視される(ステップ770)。一例として図10は、第一のユーザ入力内の制御点として、点540および545を示している。点540はセクタ840に位置し、点545はセクタ845に位置する。点940と945は第二のユーザ入力内の制御点であって、点940はセクタ850に位置し、点945はセクタ845に位置している。この例では、境界検出サブシステム110は、点945は点545と同じセクタにあると決定し、図11に示されるさらに修正された中膜-外膜境界335''を決定するとき、点545を無視する。つまり、点545はセクタ845内の点945に置き換えられる。

40

【0027】

次に、あるいは第一の制御点と同じセクタに位置する第二の制御点がないとき、境界検出サブシステム110は、第二のユーザ入力の第二の制御点、すなわち点940と945と、もしあれば第一のユーザ入力の残りの第一の制御点、すなわち点540とに基づいて、領域の修正された境界を決定する(ステップ770)。第二の制御点が第一の制御点を置き換える場合、第二の制御点が第一の制御点を置き換えてしまったため、修正された境界は第二の制御点のみを通過する必要がある。図11を参照すると、修正された境界335''は、IVUS画像200に重ね合わせられて表示されている。図示されるように、

50

修正された境界 3 3 5 ' ' は制御点 9 4 0、9 4 5、および 5 4 0 と通過するが、置き換えられた制御点 5 4 5 は通過しない。1 つの実装例では、例えば点 5 4 5 などの置き換えられた制御点は、ディスプレイ 1 2 5 によって、I V U S 画像 2 0 0 に重ね合わせられて表示されない。方法 7 0 0 は、境界をさらに修正するために、ユーザによって所望される回数だけ反復され得る。

【 0 0 2 8 】

代替の実装例では、第一のユーザ入力は、初期境界検出を実施せずに受信することができる。あるいは、ユーザ入力を待っている間、初期境界は隠され得る（非表示にする）。どちらの実装例でも、ユーザは、1 つまたは複数の制御点をどこに置くかを決定するために、表示された境界に妨げられずに超音波画像を見ることができる。これは、初期境界が表示されていると、先入観を持ってしまうと感じるユーザがいるためである。次に修正された境界は、上記と同じように、ユーザ入力に基づいて決定される。

10

【 0 0 2 9 】

前述の手法は、心腔 (h e a r t c h a m b e r) を測定するために、心臓超音波検査 (心エコー検査) の分野にも適用され得る。心エコー検査は心臓と周囲構造を画像化するための非侵襲的手段であり、心腔のサイズと壁厚を評価するために使用できる。上述の血管内超音波画像において血管境界を検出するためのエッジ検出手法は、心エコー図に適用して、心腔の初期境界を検出し、例えば確定境界点を示す制御点の選択など、少なくとも部分的にユーザ入力に基づいて、修正された境界を決定することもできる。

20

【 0 0 3 0 】

サブシステムは、用語として本明細書全体で使用されるが、機能を含むハードウェアであっても、ファームウェアであっても、またはソフトウェアアプリケーションであってもよい。サブシステムは、1 つ以上の機能を果たすことができ、1 つのハードウェア、ファームウェア、またはソフトウェアは、ここに記載のサブシステムのうちの1 つを超える機能を果たすことができる。同様に、1 つを超えるハードウェア、ファームウェア、および/またはソフトウェアは、ここに記載の単一のサブシステムの機能を果たすために使用することができる。

【 0 0 3 1 】

本発明および本明細書に記載の全ての機能的動作は、本明細書に記載の構造的手段およびその構造的同等物を含む、デジタル電子回路、あるいはコンピュータソフトウェア、ファームウェア、またはハードウェア、またはそれらの組み合わせに実装することができる。本発明は、1 つ以上のコンピュータプログラム製品、つまり例えば機械可読記憶装置や伝播信号などの情報媒体において実現可能に具現化される1 つ以上のコンピュータプログラムとして、例えばプログラマブルプロセッサ、コンピュータ、またはマルチプロセッサ、あるいはコンピュータなどのデータ処理機器による実行のために、あるいはかかるデータ処理機器の動作を制御するために実装することができる。コンピュータプログラム (プログラム、ソフトウェア、ソフトウェアアプリケーション、またはコードとして公知) は、コンパイラ型またはインタープリタ型を含む任意の形式のプログラミング言語で書き込むことができ、スタンドアロンプログラムとして、モジュール、コンポーネント、サブルーチン、またはコンピュータ環境での使用に適切なその他のユニットとしての形式を含む、任意の形式で導入することができる。1 つのコンピュータプログラムが、必ずしも1 つのファイルに対応するとは限らない。プログラムは、別のプログラムまたはデータを保持するファイルの一部、問題のプログラム専用の単一のファイル、または複数の整合ファイル (例えば1 つ以上モジュール、サブプログラム、またはコードの一部を保存するファイル) に保存することができる。コンピュータプログラムは、1 つのコンピュータまたは1 つの設置場所の複数のコンピュータで実行するように、あるいは複数の設置場所に分布して通信ネットワークによって相互に接続されるように配備することができる。

30

40

【 0 0 3 2 】

本発明の方法のステップを含む本明細書に記載の処理と論理の流れは、1 つ以上のコンピュータプログラムを実行する1 つ以上のプログラマブルプロセッサによって実施され、

50

入力データに基づいて作動し、出力を作成することによって、本発明の機能を実施することができる。処理と論理の流れは、例えばFPGA（フィールドプログラマブルゲートアレイ）またはASIC（特定用途向け集積回路）などの特殊目的の論理回路によって実施することができ、また本発明の機器はかかる特殊目的の論理回路として実装することができる。

【0033】

コンピュータプログラムの実行に適切なプロセッサには、例として、汎用および専用マイクロプロセッサ、および任意の種類デジタルコンピュータの任意の1つ以上のプロセッサが含まれる。一般的にプロセッサは、読み出し専用メモリまたはランダムアクセスメモリ、あるいはそれら両方からの命令とデータを受信する。コンピュータの必須要素は、命令を実行するプロセッサと、命令とデータを保存する1つ以上の記憶装置である。一般的にコンピュータは、例えば磁気、光磁気ディスク、または光ディスクなど、データを保存するための1つ以上の大容量記憶装置を含む、あるいはデータを受信またはデータを送信するために、かかる大容量記憶装置に動作可能なように連結される。しかし、コンピュータはかかる装置を有さなくてもよい。さらにコンピュータは、ほんの数例を挙げると、例えば携帯電話、個人用デジタル補助装置（PDA）、携帯音楽再生機、全地球測位システム（GPS）受信器など、別の装置に組み込むことができる。コンピュータプログラムの命令およびデータを具現化するのに適した情報媒体は、全ての形式の不揮発性メモリを含むが、これには例としてEPROM、EEPROM、およびフラッシュメモリ装置などの半導体記憶装置；内蔵ハードディスク、またはリムーバブルディスクなどの磁気ディスク；光磁気ディスク；およびCD-ROMおよびDVD-ROMディスクが含まれる。プロセッサとメモリは、特殊目的の論理回路により補完することができ、またはかかる特殊目的の論理回路に組み込むことができる。

【0034】

ユーザとの対話を提供するために、本発明は、例えばCRT（ブラウン管）またはLCD（液晶ディスプレイ）モニタなど、ユーザに対して情報を表示するためのディスプレイ装置と、ユーザがコンピュータに入力を提供できるキーボードおよびマウスまたはトラックボールなどのポインティングデバイスとを有するコンピュータに実装することができる。別の種類の装置もユーザとの対話を提供するために使用できるが、例えばユーザに提供されるフィードバックは、例えば視覚フィードバック、聴覚フィードバック、または触覚フィードバックなど、任意の形式の感覚フィードバックとすることができ、またユーザからの入力は、音響、音声、または触覚入力を含む任意の形式で受信することができる。

【0035】

本発明は、特定の実施例に関して説明されてきた。他の実施例は、以下の請求項の範囲内に含まれる。例えば、本発明のステップは異なる順序で実施しても、依然として所望の結果を達成することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】図1は、境界検出サブシステムを含む例示的なシステムを示している。

【図2】図2は、IVUS画像を示している。

【図3】図3は、画像に初期内腔境界と中膜 - 外膜境界を重ね合わせて、図2のIVUS画像を示している。

【図4】図4は、IVUS画像を解析する処理を示すフローチャートである。

【図5】図5は、画像にユーザ選択制御点を重ね合わせて、図3のIVUS画像を示している。

【図6】図6は、画像に修正された中膜 - 外膜境界を重ね合わせて、図5のIVUS画像を示している。

【図7】図7は、IVUS画像を解析する処理を示すフローチャートである。

【図8】図8は、画像に実例となるセクタ境界線を重ね合わせて、図5のIVUS画像を示している。

【図9】図9は、画像に実例となるセクタ境界線を重ね合わせて、図6のIVUS画像を示している。

【図10】図10は、追加制御点が選択された、図9のIVUS画像を示している。

【図11】図11は、画像にさらに修正された中膜 - 外膜境界を重ね合わせて、図10のIVUS画像を示している。

【図1】

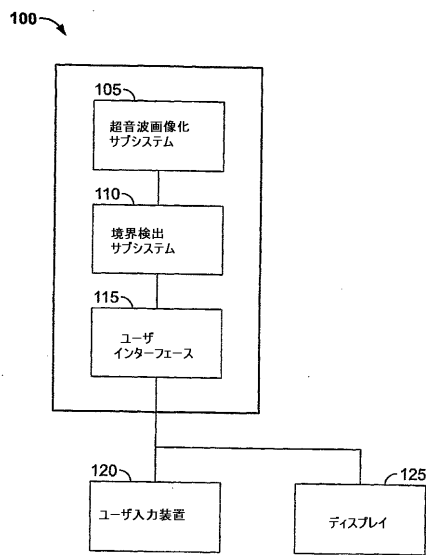


FIG. 1

【図2】

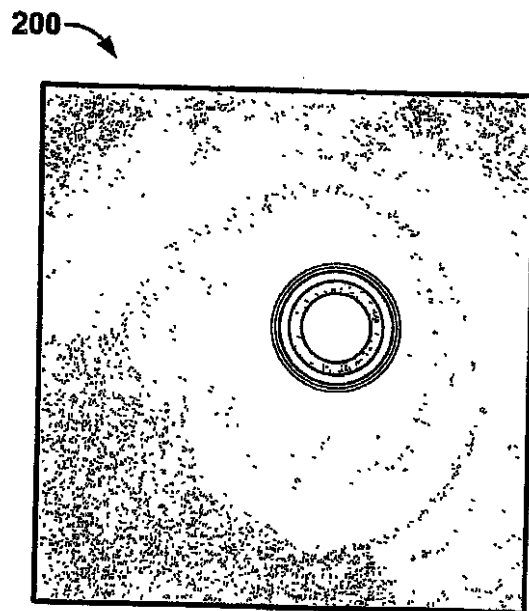


FIG. 2

【 図 3 】

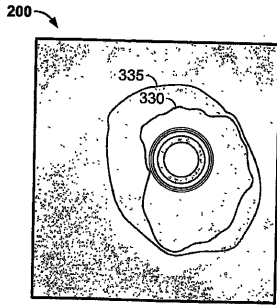


FIG. 3

【 図 4 】



FIG. 4

【 図 5 】

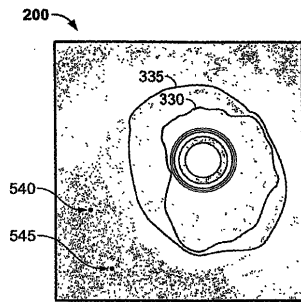


FIG. 5

【 図 7 】

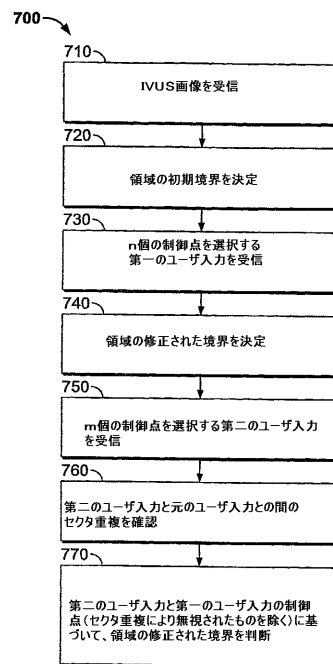


FIG. 7

【 図 6 】

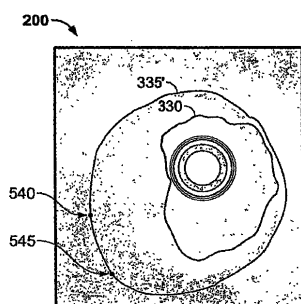


FIG. 6

【 8 】

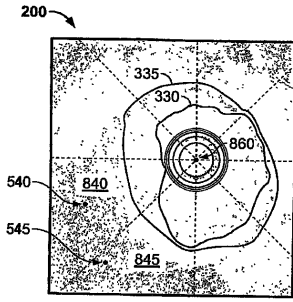


FIG. 8

【 10 】

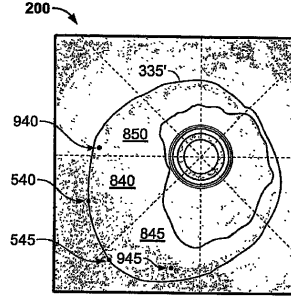


FIG. 10

【 9 】

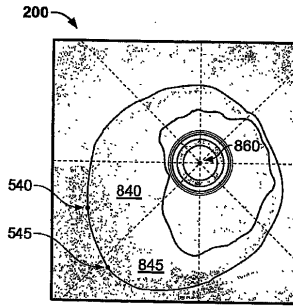


FIG. 9

【 11 】

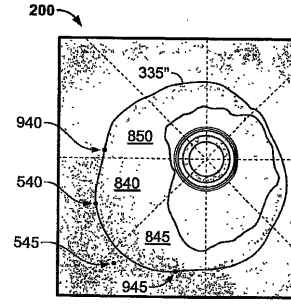


FIG. 11

フロントページの続き

合議体

審判長 岡田 孝博

審判官 三崎 仁

審判官 森林 克郎

- (56)参考文献 国際公開第2004/017823(WO, A1)
特開2000-331176(JP, A)
特表2003-503141(JP, A)
国際公開第2004/111937(WO, A1)
米国特許出願公開第2004/0037455(US, A1)
米国特許出願公開第2002/0072671(US, A1)
特開平11-164834(JP, A)
特開2001-137241(JP, A)
国際公開第2005/030057(WO, A1)
特開平07-037107(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00