

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-514031**(P2016-514031A)**(43) 公表日 **平成28年5月19日 (2016.5.19)**

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12	4 C 6 0 1
A 6 1 B 90/00 (2016.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 1	
	A 6 1 B 19/00 5 0 2	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-502153 (P2016-502153)	(71) 出願人	503071772
(86) (22) 出願日	平成26年3月13日 (2014.3.13)		ボルケーノ コーポレイション
(85) 翻訳文提出日	平成27年9月9日 (2015.9.9)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 921
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/026479		30, サンディエゴ, バレー センタ
(87) 国際公開番号	W02014/151808		ードライブ 3721, スイート 5
(87) 国際公開日	平成26年9月25日 (2014.9.25)		00
(31) 優先権主張番号	61/785,589	(74) 代理人	100107766
(32) 優先日	平成25年3月14日 (2013.3.14)		弁理士 伊東 忠重
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 組織特性評価のための並列ツリーベースパターン認識

(57) 【要約】

複数の独立したパターン認識モデルを用いて組織特性評価をするシステムと方法を提供する。幾つかの実施形態は具体的には医療用画像化データの分析を対象とする。一実施形態において、方法は、医療用画像化データセットを受け取るステップと、独立した組織特性評価モデルセットを受け取るステップと、を含む。複数の中間分類結果を取得するために、独立した組織特性評価モデルセットの各モデルを医療用画像化データに適用する。複数の中間分類結果の仲裁を行って、医療用画像化データセットの構成組織を決定する。決定された構成組織を、医療用画像化データセットのグラフィカル表示と組み合わせて表示する。独立した組織特性評価モデルセットの各々は医療用画像化データセットに並行して適用される。

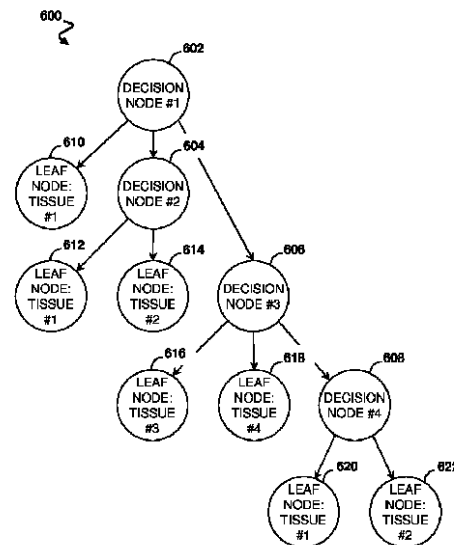


Fig. 6

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

医療用画像化データを分析する方法であって、
医療用画像化データセットを受け取るステップと、
独立した組織特性評価モデルセットを受け取るステップと、
前記独立した組織特性評価モデルセットの各モデルを前記医療用画像化データに適用して複数の中間分類結果を取得するステップと、
前記複数の中間分類結果の仲裁を行って前記医療用画像化データセットの構成組織を決定するステップと
を有する、方法。

10

【請求項 2】

前記独立した組織特性評価モデルセットの各モデルは前記医療用画像化データセットに同時に適用される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記独立した組織特性評価モデルセットの各モデルは前記医療用画像化データセットに並行して適用される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記独立した組織特性評価モデルセットの各モデルは前記医療用画像化データに別のスレッドとして適用される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記仲裁を行うステップは、前記複数の中間分類結果に投票方式を適用して構成組織を決定するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記投票方式は、前記複数の中間分類結果の各々に関連する確実性に基づいて投票に加重する、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

決定された構成組織を、前記医療用画像化データセットのグラフィカル表示と組み合わせて表示するステップをさらに有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

構成組織を表示するステップは、前記グラフィカル表示に前記構成組織に対応する組織マーカーをオーバーレイするステップを含む、請求項 7 に記載の方法。

30

【請求項 9】

医療用データ処理システムであって、
画像化機器から画像化データを受け取るように動作可能なセンサ I / O インタフェースと、

独立した特性評価モデルを受け取り、各独立した特性評価モデルを受け取った画像化データに適用して中間組織識別情報を生成するようにそれぞれ動作可能な複数の分類コアと、

前記複数の分類コアの各々から前記中間組織識別情報を受け取り、仲裁方式に基づいて前記中間組織識別情報から構成組織を決定するように動作可能な加重モジュールと
を有する、システム。

40

【請求項 10】

前記複数の分類コアは、各独立した特性評価モデルを受け取った画像化データに同時に適用するようにさらに動作可能である、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記複数の分類コアは、各独立した特性評価モデルを受け取った画像化データに並行して適用するようにさらに動作可能である、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 12】

受け取った独立した特性評価モデルはそれぞれ分類ツリーを含み、複数の分類コアの各々は各分類ツリーをトラバースして中間組織識別情報を生成するようにさらに動作可能で

50

ある、
請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記加重モジュールは、投票方式を中間組織識別情報に適用して構成組織を決定するようにさらに動作可能である、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記投票方式は、前記中間組織識別情報の各々に関連する確実性に基づいて投票に加重する、
請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】

受け取った画像化データに基づいて血管の視覚的表示を構成するようにさらに動作可能である、
請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記決定された構成組織を前記視覚的表示と組み合わせて表示するように動作可能なユーザインタフェースをさらに有する、請求項 15 に記載のシステム。

【請求項 17】

組織特性評価モデルを構成する方法であって、
画像化データサンプルを受け取るステップと、
前記画像化データサンプルを観察された組織構造と相関させて前記画像化データサンプルの各々の構成組織を決定するステップと、
前記画像化データサンプルを複数のグループにグループ化するステップと、
各グループにグループ化された画像化データサンプルに基づいて前記複数のグループの各グループの組織特性評価サブモデルを構成するステップとを有し、
前記組織特性評価サブモデルの各々は未知の画像化データサンプルを特性評価するように独立に動作可能である、方法。

【請求項 18】

サブモデルの各々は分類ツリーを含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記画像化データサンプルのグループ化はランダムグループ化方式を利用する、
請求項 17 に記載の方法。

【請求項 20】

選択基準として用いる画像化データサンプルのパラメータを決定するステップをさらに有する、
請求項 17 に記載の方法。

【請求項 21】

サブモデルの各々は前記決定されたパラメータを用いて前記未知の画像化データサンプルを分類するようにさらに動作可能である、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】

前記パラメータは時間的パラメータとスペクトルパラメータのうち一方を含む、
請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

前記時間的パラメータ及びスペクトルパラメータのうち一方は少なくとも 2 つの次元に対応するデータから得られる、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

前記パラメータは患者デモグラフィック、医療履歴、及び合併状態のうち一つを含む、
請求項 21 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本開示は、概して、医療用センシングの分野に関し、より具体的には、病気の診断と治療に用いるため医療画像データを分析して画像化された組織を特性評価するシステムと方法に関する。

【背景技術】

【0002】

病気治療の成功レベルの診断及び確認におけるイノベーションは、外部画像化プロセスから内部診断プロセスへと移行した。特に、カテーテルやカテーテル処置に用いるガイドワイヤなどのフレキシブルで細長い部材の先端に配置された超小型センサにより、血管閉塞その他の血管疾患を診断する診断機器及び方法が開発されている。例えば、既知の医療センシング手法には、血管造影、血管内超音波（IVUS）、フォワードルッキングIVUS（FL-IVUS）、血流予備量比（FFR）決定、冠血流予備能（CFR）決定、光コヒーレンストモグラフィ（OCT）、経食道心エコー検査、及び画像誘導治療が含まれる。これらの手法はそれぞれ異なる診断状況に適している。治療が成功する確率を高めるため、ヘルスケア施設は、処置の間、複数の画像化、治療、診断及びセンシングのモダリティを手元に有している。

10

【0003】

医療用画像化におけるパターン認識は、特性シグネチャに基づき生物学的構造と無機構造とを識別し、それらをハイライトし、オペレータに画像化されたエリアのより良い描写を提供する。組織及び組織タイプを認識する方法とシステムは診断及び治療アプリケーションの両方で用いられている。例えば、特許文献1-8は、パターン認識を詳細に開示しており、その全体をここに参照援用する。

20

【0004】

組織と組織タイプを認識するこれらの方法とシステムは、一般的には適当であることが分かったが、画像化及び治療アプリケーションにおける進歩により、パターン認識はますます患者ケアの中核となっている。それゆえ、精度とスピードが特に重要である。こうした理由から、組織のパターン認識におけるさらなる進歩は患者転帰を多少改善する潜在力を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第6,200,268号（発明の名称「VASCULAR PLAQUE CHARACTERIZATION」）

30

【特許文献2】米国特許第6,381,350号（発明の名称「INTRAVASCULAR ULTRASONIC ANALYSIS USING ACTIVE CONTOUR METHOD AND SYSTEM」）

【特許文献3】米国特許第7,074,188号（発明の名称「SYSTEM AND METHOD OF CHARACTERIZING VASCULAR TISSUE」）

【特許文献4】米国特許第7,175,597号（発明の名称「NON-INVASIVE TISSUE CHARACTERIZATION SYSTEM AND METHOD」）

40

【特許文献5】米国特許第7,215,802号（発明の名称「SYSTEM AND METHOD FOR VASCULAR BORDER DETECTION」）

【特許文献6】米国特許第7,359,554号（発明の名称「SYSTEM AND METHOD FOR IDENTIFYING A VASCULAR BORDER」）

【特許文献7】米国特許第7,627,156号（発明の名称「AUTOMATED LESION ANALYSIS BASED UPON AUTOMATIC PLAQUE CHARACTERIZATION ACCORDING TO A CLASSIFICATION CRITERION」）

50

【特許文献 8】米国特許第 7, 988, 633 号（発明の名称「APPARATUS AND METHOD FOR USE OF RFID CATHETER INTELLIGENCE」）

【発明の概要】

【0006】

本開示の実施形態は、エンハンス（enhance）されたシステムと、複数の独立した特性評価モデルを用いて組織特性評価する方法とを提供する。

【0007】

幾つかの実施形態では、医療用画像化データを分析する方法を提供する。該方法は、医療用画像化データセットを受け取るステップと、独立した組織特性評価モデルセットを受け取るステップと、を含む。複数の中間分類結果を取得するために、独立した組織特性評価モデルセットの各モデルを医療用画像化データに適用する。複数の中間分類結果の仲裁を行って、医療用画像化データセットの構成組織を決定する。かかる一実施形態では、前記独立した組織特性評価モデルセットの各々は前記医療用画像化データセットに並行して適用される。他の一実施形態において、前記独立した組織特性評価モデルセットの各々は前記医療用画像化データセットに同時に適用される。別の一実施形態では、前記方法は、さらに、決定された構成組織を、前記医療用画像化データセットのグラフィカル表示と組み合わせるステップを有する。

【0008】

幾つかの実施形態では、医療用データ処理システムを提供する。本システムは、画像化機器から画像化データを受け取るように動作可能なセンサ／インタフェースと、独立した特性評価モデルを受け取り、各独立した特性評価モデルを受け取った画像化データに適用して中間組織識別情報を生成するようにそれぞれ動作可能な複数の分類コアとを含む。前記システムは、さらに、前記複数の分類コアの各々から前記中間組織識別情報を受け取り、仲裁方式に基づいて前記中間組織識別情報から構成組織を決定するように動作可能な加重モジュールを有する。かかる一実施形態では、受け取った独立した組織特性評価モデルはそれぞれ分類ツリーを含み、複数の分類コアの各々は各分類ツリーをトラバースして中間組織識別情報を生成するようにさらに動作可能である。別の一実施形態では、前記加重モジュールは、投票方式を中間組織識別情報に適用して構成組織を決定するようにさらに動作可能である。別の一実施形態では、前記投票方式は、前記中間組織識別情報の各々に関連する確実性に基づいて投票に加重する。

【0009】

幾つかの実施形態では、組織特性評価モデルを構成する方法を提供する。該方法は、画像化データサンプルを受け取るステップと、前記画像化データサンプルを観察された対応する組織構造と相関させて前記画像化データサンプルの各々の構成組織を決定するステップとを含む。画像化データサンプルは複数のグループにグループ化される。各グループにグループ化された画像化データサンプルに基づいて前記複数のグループの各グループの組織特性評価サブモデルを構成する。前記組織特性評価サブモデルの各々は未知の画像化データサンプルを特性評価するように独立に動作可能である。かかる一実施形態では、前記サブモデルの各々は分類ツリーを含む。別の一実施形態では、前記画像化データサンプルのグループ化はランダムグループ化方式を利用する。

【0010】

本開示のシステムと方法は、医療用センシングデータにパターン認識を行い、それにより組織、組織カテゴリー、無機物質、及び／又はその他の好適な有機及び無機構造を識別できる。幾つかの実施形態では、複数の独立したモデル又はサブモデルを、組織の識別に用いる。モデルは、単一の一体的なモデルと比較して、より少ない基準サンプルのセットに基づき、各モデルは、一体的モデルよりも、ブランチが少なく単純であり、（個別の精度は必ずしも高くないが）確実性が高い。単純性により、認識速度が改善し、（予測の正確性を損なう）プルーニング（pruning）の必要性が低減する。各モデルの独立性のため、幾つかの実施形態では、モデルは、マルチスレッド又はマルチコアプロセッサに

10

20

30

40

50

において、別のスレッドとして独立に適用されてもよい。これによりさらに認識速度が上がる。さらに利点として、幾つかの実施形態では、複数の並列モデルにより、ツリーを構成するために用いられる基準データセット中の統計的異常値の効果が低減される。もちろん、言うまでもなく、これらの利点は単なる例であり、どの実施形態にも特定の利点を必要とするものではない。

【 0 0 1 1 】

本開示のべつの態様、フィーチャ (f e a t u r e s)、利点は、以下の詳細な説明を読めば明らかになるだろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

10

添付した図面を参照して、本開示の実施形態を説明する。

【 図 1 】 本開示の実施形態による医療センシングデータ処理システムを含む医療システムを示す模式図である。

【 図 2 】 本開示の実施形態による医療センシングシステムを示す模式図である。

【 図 3 】 本開示の実施形態による医療センシングシステムにより収集される信号を示すグラフである。

【 図 4 】 本開示の実施形態による画像化信号セットを示す図である。

【 図 5 】 本開示の実施形態による組織特性モデルを構成する方法を示すフロー図である。

【 図 6 】 本開示の実施形態による組織パターン認識の分類ツリーを示す図である。

【 図 7 】 本開示の実施形態による組織特性モデルを構成する方法をへた画像化データセットを示すグラフである。

20

【 図 8 】 本開示の実施形態による複数のパラレルサブモデルを組み込んだ組織特性モデルを構成する方法を示すフロー図である。

【 図 9 】 本開示の実施形態による、パターン認識エンジンを含む、図 1 及び 2 のデータ処理システムの一部を示す機能ブロック図である。

【 図 1 0 】 本開示の実施形態によるパターン認識エンジンを用いた実行に適した組織特性評価の方法を示すフロー図である。

【 図 1 1 】 本開示の実施形態による特性評価された組織を表示するユーザインタフェースを示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

30

【 0 0 1 3 】

本開示の原理の理解を促進する目的で、図面に示した実施形態を参照して、具体的な言葉を用いてそれを説明する。とは言っても、言うまでもなく、本開示の範囲を限定することを意図していない。説明するデバイス、システム、及び方法への改変やさらなる修正、及び本開示の原理のさらなる適用は、十分想定され、本開示が関係する技術の当業者が通常思いつくものであり、本開示に含まれている。特に、一実施形態に関して説明したフィーチャ、コンポーネント及び / 又はステップは、本開示の他の実施形態に関して説明したフィーチャ、コンポーネント及び / 又はステップと組み合わせ得る。しかし、簡潔にするため、こうした組み合わせの繰り返しは別途説明しない。

【 0 0 1 4 】

40

図 1 は、本開示の実施形態による医療センシングデータ処理システム 1 0 1 を含む医療システム 1 0 0 を示す模式図である。概して、医療システム 1 0 0 は、人間の生物学的生理的及び形態的情報を取得して解釈し、さまざまな条件の治療を調整するのに用いるさまざまな方法に敏感であるようにデザインされた取得要素及び処理要素の複数の形式のコヒーレントな集積及び統合を提供する。より具体的には、システム 1 0 0 において、医療センシングデータ処理システム 1 0 1 は、医療センシングデータの取得、制御、解釈及び表示のための集積デバイスである。一実施形態では、処理システム 1 0 1 は、マルチモダリティ医療用データを取得、処理及び表示するハードウェアとソフトウェアを有するコンピュータシステムであるが、他の実施形態では、処理システム 1 0 1 は医療用データを処理できる他のタイプの計算システムであってもよい。処理システム 1 0 1 がコンピュータワ

50

ークステーションである実施形態では、このシステムは、少なくとも、マイクロコントローラや専用中央処理ユニット（CPU）などのプロセッサと、ハードディスクドライブ、ランダムアクセスメモリ（RAM）及び／又はコンパクトディスクリードオンリメモリ（CD-ROM）などの非一時的コンピュータ読み取り可能記憶媒体と、グラフィックス処理ユニット（GPU）などのビデオコントローラと、イーサネット（登録商標）コントローラや無線通信コントローラなどのネットワーク通信デバイスとを含む。それに関連して、幾つかの実施例では、処理システム101はここに説明するデータ取得及び分析に関連するステップを実行するようにプログラムされている。従って、言うまでもなく、本開示のデータ取得、データ処理、機器制御、及び／又はその他の処理又は制御態様は、処理システムによりアクセス可能な非一時的コンピュータ読み取り可能媒体上又はその中に記憶された対応する命令を用いて、処理システムにより実装され得る。幾つかの実施例では、処理システム101はポータブルである（例えば、ハンドヘルド、ローリングカート取り付け型など）。さらに、言うまでもなく、幾つかの実施例では、処理システム101は複数の計算デバイスを含む。それに関連して、言うまでもなく、本開示の異なる処理及び／又は制御態様は、複数の計算デバイスを用いて別々に又は予め定められたグループで実施できる。複数の計算デバイスにわたり、以下に説明する処理及び／又は制御態様の分割及び／又は組み合わせは、本開示の範囲内にある。

10

【0015】

例示した実施形態では、医療システム100は、コントロールルーム104を有するカテーテルラボ102に配置され、処理システム101はコントロールルームに配置される。他の実施形態では、処理システム101は、医療施設の中央エリアのカテーテルラボ102などその他の場所、又は（例えば、クラウドの）オフサイトロケーションに配置され得る。カテーテルラボ102は、一般的には処置エリアを含む無菌領域を含むが、それに付随するコントロールルーム104は処置及び／又はヘルスケア施設の必要性に応じて無菌であってもなくてもよい。カテーテルラボとコントロールルームは、血管造影、血管内超音波（IVUS）、仮想組織像（VH）、フォワードルッキングIVUS（FL-IVUS）、血管内光音響（IVPA）画像化、血流予備量比（FFR）決定、冠血流予備能（CFR）決定、光コヒーレンストモグラフィ（OCT）、コンピュータトモグラフィ、心内心エコー（ICE）、フォワードルッキングICE（FLICE）、血管内palpography、経食道超音波、その他の本技術分野で知られた任意の医療用センシングモダリティなどの多くの医療用センシング処置を患者に行うために用いられる。さらに、カテーテルラボとコントロールルームは、無線周波数アブレーション（RFA）、凍結療法、アテローム切除術、その他の本技術分野で知られた医療用治療処置などの一以上の治療処理（treatment or therapy procedures）を患者に行うために用いられる。例えば、カテーテルラボ102では、患者106は、単一の処置として、又は一以上のセンシング処置でマルチモダリティ（multi-modality）処置を経る。どんな場合でも、カテーテルラボ102は、患者106から異なるさまざまな医療用センシングモダリティで医療用センシングデータを収集する医療用センシングデバイスを含む複数の医療用機器を含む。

20

30

【0016】

図1に例示した実施形態では、機器108と110は、臨床医が患者106に関する医療用センシングデータを取得するのに利用できる医療用センシングデバイスである。具体的実施例では、機器108は一モダリティで医療用センシングデータを収集し、機器110は異なるモダリティで医療用センシングデータを収集する。例えば、これらの機器は、それぞれ、血圧、流れ（速度）、画像（超音波（例えば、IVUS）、OCT、熱及び／又はその他の画像化手法）、体温、及び／又はこれらの組み合わせのうち一つを収集する。デバイス108と110は、血管内に配置し、患者の外部に取り付け、又は離れたところから患者をスキャンするようなサイズと形状をしている任意の形式のデバイス、機器、又はプローブであり得る。

40

【0017】

50

図 1 に例示した実施形態では、機器 108 は、IVUS センシングデータを収集するフェーズドアレイトランスデューサなどの一以上のセンサを含む IVUS カテーテル 108 である。幾つかの実施形態では、IVUS カテーテル 108 は IVUS や IVPA センシングなどのマルチモダリティセンシングをできる。さらに、例示した実施形態では、機器 110 は、OCT センシングデータを収集するように構成された一以上の光センサを含む OCT カテーテル 110 である。幾つかの実施例では、IVUS 患者インタフェースモジュール (PIM) 112 と OCT PIM 114 が、それぞれ IVUS カテーテル 108 と OCT カテーテル 110 を医療システム 110 に結合する。具体的に、IVUS PIM 112 と OCT PIM 114 は、それぞれ、IVUS カテーテル 108 と OCT カテーテル 110 により患者 106 から収集された医療用センシングデータを受け取るように動作可能であり、受け取ったデータをコントロールルーム 104 の処理システム 101 に送信するように動作可能である。一実施形態では、PIM 112 と 114 は、アナログ・ツー・デジタル (A/D) コンバータを含み、デジタルデータを処理システム 101 に送信する。しかし、他の実施形態では、PIM は処理システムにアナログデータを送信する。一実施形態では、IVUS PIM 112 と OCT PIM 114 は、医療用センシングデータを、Peripheral Component Interconnect Express (PCIe) データバス接続により送信するが、他の実施形態では、USB 接続、Thunderbolt 接続、Fire Wire 接続、その他のハイスピードデータバス接続によりデータを送信する。他の実施例では、PIM は、IEEE 802.11 Wi-Fi 標準、Ultra Wide-Band (UWB) 標準、無線 Fire Wire、無線 USB、又はその他のハイスピード無線ネットワーキング標準を用いて無線接続を解した処理システム 101 に接続される。

10

20

30

40

50

【0018】

また、医療システム 100 では、心電図検査 (ECG) デバイス 116 は、患者 106 から処理システム 101 に、心電図信号その他の血行動態データを送信するように動作可能である。幾つかの実施形態では、処理システム 101 は、ECG 116 からの ECG 信号を用いてカテーテル 108 と 110 で収集したデータを同期するように動作可能である。さらに、血管造影システム 117 は、患者 106 の X 線コンピュータトモグラフィ (CT) 又は磁気共鳴画像 (MRI) を収集し、処理システム 101 に送信するように動作可能である。一実施形態では、血管造影システム 117 はアダプタデバイスを通して処理システム 101 に通信可能に結合されている。かかるアダプタデバイスは、サードパーティの独自フォーマットを処理システム 101 が利用できるフォーマットに変換できる。幾つかの実施形態では、処理システム 101 は、血管造影システム 117 からの画像データ (例えば、X 線データ、MRI、CT データなど) を IVUS 及び OCT カテーテル 108 及び 110 からのセンシングデータと再レジストレーション (co-registration) するように動作可能である。これの一態様として、再レジストレーションを行って、センシングデータで 3 次元画像を生成する。

【0019】

ベッドサイドコントローラ 118 は、処理システム 101 に通信可能に結合され、患者 106 を診断するのに用いられる具体的医療モダリティのユーザ制御を提供する。この実施形態では、ベッドサイドコントローラ 118 は、単一面上にユーザ制御と診断画像を提供するタッチスクリーンコントローラである。別の実施形態では、しかし、ベッドサイドコントローラ 118 は、非インタラクティブディスプレイと、物理的ボタン及び/又はジョイスティックなどのコントロールを両方とも含む。統合された医療用システム 100 では、ベッドサイドコントローラ 118 は、グラフィカルユーザインタフェース (GUI) でワークフローコントロールオプションと患者画像データを提示するように動作可能である。ベッドサイドコントローラ 118 は、各モダリティと関連するワークフローを実行するユーザインタフェース (UI) フレームワークサービスを含む。このように、ベッドサイドコントローラ 118 は、一以上のモダリティのワークフローと診断画像を表示可能であり、臨床医は、医療用センシングデータの収集を単一のインタフェースデバイスで制

御できる。

【0020】

コントロールルーム104のメインコントローラ120は、処理システム101に通信可能に結合され、図1に示したように、カテーテルラボ102に隣接している。本実施形態では、メインコントローラ120は、タッチスクリーンを含み、UIフレームワークサービスを介して異なる医療用センシングモダリティに対応する複数のGUIベースのワークフローを表示するように動作可能である点で、ベッドサイドコントローラ118と同様である。幾つかの実施形態では、メインコントローラ120を用いて、ベッドサイドコントローラ118とは異なる処置のワークフローの態様を同時に実行する。別の実施形態では、メインコントローラ120は、非インタラクティブディスプレイと、マウスやキーボードなどのスタンドアロンコントロールとを含む。

10

【0021】

医療システム100は、さらに、処理システム101に通信可能に結合されたブームディスプレイ122を含む。ブームディスプレイ122は、アレイ状のモニタを含み、各モニタは医療用センシング処置に関連する異なる情報を表示できる。例えば、IVUS処置の間、ブームディスプレイ122の一モニタはトモグラフィビューを表示し、一モニタはサジタルビュー(sagittal view)を表示する。

【0022】

さらに、医療用センシングデータ処理システム101は、データネットワーク125に通信可能に結合している。例示された実施形態では、データネットワーク125はTCP/IPベースのローカルエリアネットワーク(LAN)であるが、他の実施形態では、Synchronous Optical Networking (SONET)などの異なるプロトコルを利用し、又はワイドエリアネットワーク(WAN)である。処理システム101はネットワーク125を介してさまざまなリソースを接続する。例えば、処理システム101は、ネットワーク125を通じて、Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)システム126、Picture Archiving and Communication System (PACS) 127、及びHospital Information System (HIS) 128と通信できる。また、幾つかの実施形態では、ネットワークコンソール130は、ネットワーク125を介して医療用センシングデータ処理システム101と通信し、医師その他の医療従事者は医療システム100の態様にリモートでアクセスできる。例えば、ネットワークコンソール130のユーザは、医療用センシングデータ処理システム101により収集された診断画像などの患者医療用データにアクセスでき、又は幾つかの実施形態では、リアルタイムで、カテーテルラボ102における一以上の進行中の処置をモニタ又は制御できる。ネットワークコンソール130は、PC、ラップトップ、スマートフォン、タブレットコンピュータ、又はヘルスケア施設の内外に配置されたその他のデバイスなどの、ネットワーク接続を有する任意の種類の計算デバイスである。

20

30

【0023】

また、例示した実施形態では、上記のシステム100の医療用センシングツールは、標準的な銅線リンクや光ファイバリンクなどの有線接続を介して処理システム101に通信可能に結合されているように示したが、別の実施形態では、このツールは、IEEE 802.11Wi-Fi標準、Ultra Wide-Band (UWB)標準、無線Fire Wire、無線USB、又はその他の高速無線ネットワーク標準を用いて、無線接続を介して処理システム101に接続されてもよい。

40

【0024】

本技術分野の当業者には言うまでもないが、上記の医療用システム100は、一以上の医療モダリティに関連する診断データを収集するように動作可能であるシステムの実施形態である。別の実施形態では、異なる及び/又は追加のツールが、追加の及び/又は異なる機能を医療システム100に与える(contribute)ように、処理システム1

50

01に通信可能に結合されてもよい。

【0025】

多くの実施形態では、医療システム100は、IVUS信号データやOCT信号データなどのセンシング機器の周りの環境に関する情報を含むセンシングデータを取得する。そうした幾つかの実施形態では、医療システム100は、センシングデータに組織特性評価手法(tissue characterization technique)を行い、組織と周辺環境物質とを識別するように動作可能である。認識された構造は、カラーオーバーレイ、疑似トモグラフィックアウトライン、マーカー、その他のインジケータを用いてオペレータに表示される。

【0026】

ここで、図2を参照して、本開示の幾つかの実施形態による医療用センシングシステム200の模式図を示す。医療用センシングシステム200は、スタンドアロンシステムとして、又は図1の医療システム100を含む、より大きな医療用画像化システムの一部として用いるのに適している。それに関連して、センシングシステム200の要素は医療システム100の要素に組み込み得る。別の実施形態では、センシングシステム200の要素は、医療システム100の要素とは区別され、それと通信している。

【0027】

医療用センシングシステム200は長細い部材202を含む。ここで、「長細い部材(elongate member)」や「フレキシブルで長細い部材(flexible elongate member)」は、患者の血管に挿入できる細く、長く、フレキシブルな任意の構造を含む。本開示の「長細い部材」の例示した実施形態は、フレキシブルな長細い部材の外径を確定する円形断面プロファイルを有する円柱プロファイルを有するが、他の実施例では、フレキシブルな長細い部材の全部又は一部は、その他の幾何学的断面プロファイル(例えば、長円形、四角形、正方形、楕円形など)又は非幾何学的断面プロファイルを有していてもよい。フレキシブルな長細い部材は、例えば、ガイドワイヤ、カテーテル、ガイドカテーテルなどを含む。その関連で、カテーテルは他の機器を受けると及び/又はガイドする、その長さ方向に沿って延在する内腔を含んでも含まなくてもよい。カテーテルが内腔を含む場合、その内腔はデバイスの断面プロファイルに対して中心となっていてオフセットしていてもよい。

【0028】

長細い部材202は、その長さ方向に沿って配置されたセンサ204を含む。幾つかの実施形態では、長細い部材202は、遠位端206に配置された一以上のセンサ(例えば、センサ204)を含む。さまざまな実施形態では、センサ204は、流れ、オブティカルフロー、IVUS、超音波IVUS、FL-IVUS、圧力、光学的圧力、血流予備量比(FFR)決定、冠血流予備能(CFR)決定、OCT、経食道心エコー検査、画像誘導治療、その他の好適なモダリティ及び/又はこれらの組み合わせなどのセンシングモダリティに対応する。一実施形態では、センサ204はIVUS超音波トランスducerである。他の一実施形態では、センサ204はOCTトランスducerである。他の実施形態では、センサの他の組み合わせを用い、実施形態が異なれば、必要となるセンサやセンサの組み合わせも異なる。

【0029】

電子的、光学的及び/又は電気光学的なセンサ204、コンポーネント、及び関連通信ライン208は、フレキシブルな長細い部材202を非常に小さくできるようなサイズと形状になっている。例えば、上記のように、一以上の電子的、光学的及び/又は電気光学的コンポーネントを含むガイドワイヤやカテーテルなどの長細い部材202の外径は、約0.0007"(0.0178mm)と約0.118"(3.0mm)との間であり、幾つかの実施形態では、約0.014"(0.3556mm)、約0.018"(0.4572mm)、及び約0.035"(0.889mm)の外径を有する。このように、本願の電子的、光学的及び/又は電気光学的コンポーネントを組み込むフレキシブルな長細い部材202は、四肢の静脈と動脈、大動脈、腎動脈、脳内またはその周辺の結果、その

10

20

30

40

50

他の内腔を含む、心臓の一部である又は心臓にすぐ隣接する内腔の他に、患者内のさまざまな内腔において使用するのに適している。

【 0 0 3 0 】

長細い部材 2 0 2 の遠位端 2 0 6 は血管 2 1 0 (又は血管構造) を通って進む。血管 2 1 0 は、生体内における、自然の及び人工の、体液に満たされた又は囲まれた構造を表し、限定ではないが、例えば次の構造を含み得る：肝臓、心臓、腎臓、胆嚢、脾臓、肺を含む器官；管；腸；脳、硬膜嚢、脊髄、末梢神経を含む神経系構造；尿路；呼吸樹；及び身体の血管系その他内の弁。自然な構造に加え、長細い部材 2 0 2 は、限定ではないが、例えば、身体内に配置された心臓弁、ステント、シャント、フィルタその他のデバイスなどの人工構造を調べるのに使える。

10

【 0 0 3 1 】

センサ 2 0 4 がアクティブであるとき、長細い部材 2 0 2 中にある光ファイバ、導体束、及び/又は無線トランシーバなどの通信チャネル 2 0 8 は、その長細い部材 2 0 2 の近位端 2 1 4 に結合された患者インタフェースモニタ (P I M) 2 1 2 にセンサデータを送る。 P I M 2 1 2 は、図 1 を参照して開示した I V U S P I M 1 1 2 及び/又は O C T P I M 1 1 4 とほぼ同様である。例えば、 P I M 2 1 2 は、センサを用いて収集した医療用センシングデータを受け取るように動作可能であり、受け取ったデータを、図 1 の医療用データ処理システム 1 0 1 とほぼ同様な処理システム 1 0 1 に送信するように動作可能である。幾つかの実施形態では、 P I M 2 1 2 は、データを処理システム 1 0 1 に送信する前に、センシングデータの前処理を行う。かかる実施形態の例では、 P I M 2 1 2 は、データの増幅、フィルタリング、タイムスタンプ付け、識別 (i d e n t i f i c a t i o n) 、及び/又は集計を行う。 P I M 2 1 2 は、処理システム 1 0 1 から長細い部材のセンサにコマンドなどのデータも転送する。

20

【 0 0 3 2 】

一実施形態では、これらのコマンドは、センサをイネーブル・ディスエーブルするコマンド、及び/又は個々のセンサの動作のモードを設定するコマンドを含む。幾つかの実施形態では、 P I M 2 1 2 は、センサ 2 0 4 のオペレーションを駆動するパワーの供給もする。

【 0 0 3 3 】

P I M 2 1 2 は、処理システム 1 0 1 に通信可能に結合される。処理システム 1 0 1 は、センサのオペレーションとデータ取得、処理、解釈、及び表示を管理する。多くの点において、処理システム 1 0 1 は、図 1 の画像化システム 1 0 1 とほぼ同様である。それに関連して、処理システム 1 0 1 は、 P I M 2 1 2 を介して長細い部材 2 0 2 のセンサからセンサデータを受け取り、センサデータを処理して表示に適したものにし、図 1 を参照して開示したベッドサイドコントローラ 1 1 8 、メインコントローラ 1 2 0 、又はブームディスプレイ 1 2 2 に組み込まれたディスプレイなどのユーザディスプレイ 2 1 6 に、処理されたセンサデータを提示する。

30

【 0 0 3 4 】

システム 2 0 0 の一般的な環境とアプリケーションの例において、外科医は、血管構造 2 1 0 を通して、画像化する血管構造 2 1 0 の領域にガイドワイヤ 2 1 8 を進める。ガイドワイヤ 2 1 8 は、長細い部材 2 0 2 の遠位端 2 0 6 の少なくとも一部を通して進められ、長細い部材 2 0 2 はガイドワイヤ 2 1 8 を超えて血管構造 2 1 0 を通って進められる。センサ 2 0 4 が画像化する領域に到達すると、センサ 2 0 4 が起動される。モダリティに応じて、センサ 2 0 4 は、 I V U S センサ 2 0 4 の場合には超音波波形の放射、又は O C T センサ 2 0 4 の場合には近赤外光の放射をする。他の放射には、 X 線及び/又はその他の貫通性のある放射が含まれる。放射された波形は、血管構造 2 1 0 により反射され、反射されたエコーが一以上の受信センサにより受け取られる。受信センサは、幾つかの実施形態では、放射センサ 2 0 4 を含む。受信されたエコー信号は、導体又は光ファイバ束、もしくは無線通信インタフェースなどの通信チャネル 2 0 8 を介して、 P I M 2 1 2 に送信される。 P I M 2 1 2 は、エコーデータを増幅し、予備的前処理を行ってから、エコー

40

50

データをデータ処理システム 101 に送信する。データ処理システム 101 は、次いで、受信したエコーデータを、さらに処理、集計、及びアセンブルし、ディスプレイ 216 に表示する血管構造 210 の画像を生成する。幾つかのアプリケーションでは、長細い部材 202 は、画像化する血管構造 210 のエリアを越えて進められ、センサ 204 が動作している間に引き戻され、それにより血管構造 210 の長手部分を露出して画像化する。スピードを一定にするため、場合によっては引き戻し (pull back) メカニズムを用いる。一般的な後退 (withdraw) 速度は 0.5 mm/s である。

【0035】

図 2 に示したように、多くの実施形態において、センサ 204 は、長細い部材 202 から半径方向外向き方向 220 にフォーカスされる。このように、センサ 204 は長細い部材 202 から半径方向外向きに延在するスキャンラインでデータを収集する。より包括的なビューを得るため、半径方向スキャンラインのセットを収集し、データ処理システム 101 によりアセンブルする。本開示は、機械的に回転される又は振動されるセンサ 204、円形配置されたセンサアレイ 204、無指向性センサ 204、及びスキャンラインのセットを収集するように動作可能なその他の好適なセンサ構成を用いる実施形態を含む。このように、幾つかの実施形態では、センサ 204 は単一の機械的に回転される IVUS 又は OCT デバイスである。他の実施形態では、長細い部材 202 の遠位端 206 は、360°カバーするように円形に配置されたセンサのアレイ 204 を含む。各トランスデューサはカテーテル上の一定位置からデータを放射状に取得するように構成されている。

【0036】

ここで、図 3 を参照して、本開示の幾つかの実施形態による医療用センシングシステムにより収集された信号例 300 を例示す。信号例 300 は受信した超音波エコー信号の特性を示す。しかし、別の実施形態では、信号 300 は反射した超音波放射、反射した光放射、X 線放射、及び / 又は好適な画像化信号に対応する。信号 300 は、(x 軸 304 に沿ってプロットした) 時間に対する (y 軸 302 に沿ってプロットした) 信号の強さ又は強度である。信号強度は画像化フィールドにある点散乱体の反射率に相関し、時間は点散乱体の位置に大体相関している。信号強度、周波数効果、及び信号 300 のその他の特性は、スキャンラインにより表される点散乱体の構成を決定するように用いられ、信号情報は具体的な物質、組織、組織タイプなどのシグネチャとして機能する。

【0037】

360°の取得を表す信号例 300 が得られ、表示のためアセンブルされる。これは、信号特性の輝度 (明るさ) 又はクロマ (色) 値への変換、及び対応するスキャンラインの空間方向に応じた信号の配置を含む。ここで図 4 を参照するに、本開示の幾つかの実施形態による画像化信号セットの表示例 400 を示す。このセットの信号が対応するスキャンラインはいくつであってもよいが、セット例は 256 スキャンラインを含む。参考のため、スキャンライン 402、404、及び 406 を破線で示した。

【0038】

センシングデータ処理システム 101 は、周りの血管 210 を視覚的に表すために、画像化信号から表示画像 400 を構成する。このプロセスは、ノイズを除去し、歪みを低減するステップと、飛行時間 (time-of-flight) から正確な位置を決定するステップと、解像度をエンハンス (enhance) するステップと、リニアデータを極表示に変換するステップと、本技術分野の当業者には知られたその他の処理ステップとを含んでも良い。得られるディスプレイ 400 は血管 210 の半径方向断面 (及び / 又はフォワードルッキング (forward-looking) の実施形態の場合は円錐ビュー) である。ディスプレイ 400 の中心の円形部分 408 は、処理された信号をなんら含まないが、長細い部材 202 の断面に対応する。

【0039】

上記の通り、(タイプと密度が異なる組織と細胞よりなる) 異なる血管コンポーネントと組織間の境界による画像化信号の吸収と反射は異なる。例えば、一実施形態では、IVUS センサ 204 は、約 45 MHz の超音波波形を放射し、これは血管 210 を含む組織

10

20

30

40

50

により反射される。しかし、この例では、反射された超音波エコーは、45 MHz IVUS トランスデューサの帯域幅内の、組織の共鳴特性により生じる異なる周波数のホストを含む。これらの共鳴特性とそれに対応するエコー信号効果は、信号パターン認識手法に基づき、画像化された環境の形態を決定するために用い得る。このように、処理システム101は、組織（例えば、プラーク、血小板、外膜、線維組織、繊維脂質組織、石灰化壊死組織、石灰性組織、コレステロール、血管壁など）、体液、組織カテゴリー（例えば、プラークは繊維状、繊維脂肪状、壊死性コア、又は高密度カルシウムの一つにさらに分類される）、無機物質（例えば、ステント、手術器具、放射性及び/又は超音波検査マーカーなど）、その他の好適な有機及び無機構造（例えば、組織境界、内腔など）を識別できる。説明を簡潔にするため、これらの組織、組織タイプ、有機及び無機物質、及び/又はその他の好適な構造は、「構成組織」と呼ぶ。処理システム101は、受信された画像化データから構成パターン及び/又は組織を識別した後、異なる領域管の境界（border s or boundaries）を含む識別された構造を、オペレータに提示する。組織特性評価（tissue characterization）を行う好適な方法を理解するため、パターン認識モデルをどのように構成するかをまず開示することが有用だろう。

10

【0040】

ここで、図5を参照するに、本開示の幾つかの実施形態による組織特性評価モデルを構成する方法500を開示する。言うまでもなく、方法500の前、中、及び後に追加的ステップを設けてもよいし、方法500の他の実施形態では、説明する幾つかのステップを置き換えても無くしてもよい。方法500は、用意した標本から一以上の構成組織の画像化データを取得し、画像化データのパラメータを構成組織に相関させる。各組織の特性シグネチャ（characteristic signatures）を区別するモデルを構成する。このモデルは、画像化特性に基づいて未知の組織を識別するために手術処置中に適用される。

20

【0041】

ブロック502を参照して、血管標本を取得する。これらの標本は一般的には人間のドナーから購入される。しかし、幾つかの実施形態では、動物の標本や製造モデルでもよい。標本は、人間、動物、又は人工のものであっても、適しているかスクリーニングする。一実施形態では、標本は経皮的インターベンションや手術的血管再開通をしたことが無く、アルコールやドラッグ中毒や血液由来病原菌疾病の病歴が無い人間のドナーに限定される。

30

【0042】

ブロック504を参照して、図1と図2をそれぞれ参照して開示したシステム100と200とほぼ同様の画像化システムを用いて標本を画像化する。得られる組織シグネチャはデバイス固有のものなので、血管標本を画像化するのに用いる画像化システムは、この分野で用いられる画像化システムを代表するものである。画像化を行うため、一実施形態では、血管標本はリン酸緩衝生理食塩水（PBS）溶液を用いてかん流させ、PBS内に沈めて、空気-体液インタフェース反射を最小化する。かん流により、血管標本がその自然な生体条件でシミュレーションできる。縫合などの基準マーカーを血管標本に加えて関心のある方向及び/又は領域をマークしてもよい。画像化システム200の長細い部材202を、かん流された血管内に進め、血管を画像化する。ブロック504の画像化により、各血管標本の画像化データのセットが得られる。

40

【0043】

ブロック506を参照して、組織学的検査のための標本を用意する。一実施形態では、標本は収縮期圧で10%緩衝ホルマリンを用いて少なくとも4時間圧力定着する。血管は次いで分割され、パラフィン包埋される。準備には、なかんずく、ヘマトキシリンとエオシン（H&E）及び/又はMovat 5色染色（Movat pentachrome stains）などのインジケータを用いた組織染色を含み得る。

【0044】

50

ブロック508を参照して、組織学専門家による準備した標本に対する組織レビューを行う。レビューにより、血管標本の構成組織を決定し、血管内の位置と方向に対して組織をクロスリファレンスする。レビューにより、他の構造（例えば、側枝、他の静脈、心筋、心膜など）に対する位置についても組織をクロスリファレンスしてもよい。レビューは、組織、組織カテゴリー、無機物質、及び/又はその他の好適な有機及び無機構造を含む関連構成組織にフォーカスする。

【0045】

ブロック510を参照して、観察した組織構造は、画像化システムにより画像化データに空間的に相関される。比較により、識別された構成組織に対応する画像化データセットの部分で識別する。

【0046】

ブロック512を参照して、画像化データセットを調べて、構成組織を区別する選択基準として用いられる可能性のあるパラメータを求める。これらのパラメータは画像化データ自体から得られる。IVUS画像化データセットの例では、1次元、2次元、又は多次元データから得られた時間的（例えば、サンプルの時間、二乗平均平方根など）及び/又はスペクトルパラメータ（例えば、中心周波数、集積された後方散乱、中帯域フィット（mid-band fit）、インターセプト、傾斜、最大パワー、最大パワー時の周波数、最小パワー、最小パワー時の周波数）は、範囲（組織とセンサとの間の距離）とともに考慮される。パラメータには、患者デモグラフィック、医療経過、合併状態、及び/又はその他の好適なパラメータなどの関連要因を含み得る。パラメータは選択制、弁別性、その他の要因に基づいて考慮される。幾つかの実施形態では、パラメータは既知の予測値に基づき含まれる、又は除外される。例えば、20MHz IVUS画像化データの特性評価に有用であることが知られているパラメータを、45MHz IVUS画像化データの特性評価について検討されてもよい。幾つかの実施形態では、パラメータは、手術処置中に素早く決定できるかどうかに基づいて、含められ又は除外される。幾つかの実施形態では、画像化データやパターン認識結果の表示を遅くするパラメータは除外される。

【0047】

ブロック514を参照して、画像化データは、それぞれ構成組織に対応する離散的データ点又はサンプルに分割される。各サンプルは、既知の具体的な構成組織の出現とそれに対応する画像化データを表す。各構成組織に対してサンプルのセットが識別される。

【0048】

ブロック516を参照して、サンプルのセットに基づいて構成組織を区別するモデルを構成する。本技術分野では、構成組織を弁別し、特性評価を実行するための予測モデルを構成する多数の方法が知られている。例えば、米国特許出願公開第2013/00044924号（発明の名称「CLASSIFICATION TREES ON GP GPU COMPUTE ENGINES」）は、組織の特性評価のための分類ツリー評価の最適化を開示している。この文献はここにその全体を参照援用する。簡単に言うと、分類ツリーは、マッチ（match）を決定する選択基準のセットに対する未知のサンプルをシステムチックに評価するのに使われる予測モデルである。ツリーはブランチによりリンクされた階層的なノードのセットとして表される。さらに別のブランチを有するノードは、決定ノードであり、一以上の比較ステップを表す。これに対して、端末ノード、すなわちリーフノードは、分類プロセスの結論を表す。

【0049】

図6は、本開示の実施形態による組織パターン認識の分類ツリー600を示す図である。分類ツリー600は、構成組織を決定するために、図3を参照して開示した信号例300の一部分のような未知の又は特性評価されていない画像化データを、組織関連画像及び信号シグネチャに対して比較するように構成されている。したがって、リーフノード（例えば、リーフノード610-622）は構成組織とのマッチを表す。決定ノード（例えば、決定ノード602-608）は、画像化データのパラメータ又は選択基準を用いた比較を表す。幾つかの実施形態では、各決定ノードは画像化データのモダリティに関連する単

10

20

30

40

50

ーパラメータとの比較を表す。例えば、I V U S 後方散乱データにパターン認識を行う実施形態では、決定ノード 6 0 2 は中心周波数パラメータに対応し、決定ノード 6 0 4 は集積後方散乱パラメータに対応し、決定ノード 6 0 6 は二乗平均平方根 (R M S) パラメータに対応する。別の実施形態では、各決定ノードは信号パラメータの組み合わせ (例えば、線形又はブーリアン結合) を用いる比較を表す。パラメータは必要に応じて複数の決定ノードで繰り返されても良い。決定ノードの比較の結果に基づき、ブランチが選択され、ブランチはバイナリ値、連続範囲又は不連続範囲、その他の好適な分割を表す。幾つかの実施形態では、ブランチはデフォルトとして指定される。比較に基づき、選択されたブランチは次の決定又はリーフノードまでトレースされる。

【 0 0 5 0 】

パターン認識を行うのに分類ツリー 6 0 0 を利用する (図 1 と図 2 のデータ処理システム 1 0 1 のような) 医療用センシングデータ処理システム 1 0 1 は、開始決定ノード又はルートノード (例えば、ノード 6 0 2) から開始して、そのルートノードにより指定されたパラメータを用いて対応する比較を行う。結果に基づき、システムは適当なブランチをその後の決定ノード又はリーフノードまで追う (f o l l o w) 。このプロセスはリーフノードに到達するまで続き、その点で、対応する構成組織が識別される。

【 0 0 5 1 】

図 6 の実施形態から分かるように、パターン認識の結果 (すなわち、端末リーフノードとそれに対応する組織) はブランチ基準に部分的に依存する。これは、決定に用いるために選択されたパラメータと、ブレイクポイント値 (特に、ブランチ基準が範囲である場合) とを両方とも含む。図 7 は、正確な分類ツリーの構成に関連する問題を示す。図 7 は、本開示の実施形態による組織特性モデルを構成する方法を経た画像化データセット 7 0 0 を示すグラフである。データセット 7 0 0 と図 7 の要素は、明確にするため単純化している。

【 0 0 5 2 】

各血管標本 7 0 2 について、構成組織のセットが識別され、組織のサンプルがブランチ基準の範囲 7 0 4 に対してプロットされている。サンプルは、図 5 を参照して開示された方法 5 0 0 及び / 又はその他の好適なプロセスを用いて取得及びアクセスされる。各サンプルは、単一の血管標本 7 0 2 から観察されたデータに基づき、ブランチ基準を用いてアクセスされる。ブランチ基準は好適な信号パラメータの任意の組み合わせを含み得る。上記の通り、I V U S 画像化データセットの例では、好適なパラメータは、1 次元、2 次元、又は多次元データから求めた時間的及び / 又はスペクトルパラメータを含む。他の画像化データセットにおいて、他の好適なパラメータは、識別された組織の特性評価シグネチャを決定するために分析される。図 7 において、ブランチ基準はリニアレンジとして表されているが、これは単なる例であって限定ではない。

【 0 0 5 3 】

例示した実施形態では、サンプルは長円 7 0 6 により指定された範囲内に入る。図から分かるように、範囲は不連続であり、複数の組織の範囲は重なっていても良い。自然なバリエーションのため、組織の範囲は標本ごとに変化する。例えば、破線 7 0 8 で特定されたブランチ基準値は、標本 1 と標本 2 の組織 1 に対応する範囲内にあるが、標本 3 のどの組織にも対応せず、標本 4 の組織 2 に対応する範囲内にある。図 5 のブロック 5 1 6 のモデリングにより、各血管標本にわたり正確性、感度、及び特異性で未知の構成組織を識別する画像データパラメータとブランチ基準を決定することを試みる。

【 0 0 5 4 】

これは、自然の可変性と基準セット中の統計的異常値により困難である。当業者に知られたさまざまな統計的手法を試みに用いて、信号パラメータを、完全な正確性で 1 : 1 で対応組織にフィットさせる。しかし、多くの実施形態では、結果として得られるモデルは、さまざまな病気を有する組織の不均一性により、ある不確定性を有する。このため、本開示の実施形態は、不確定性を管理し予測精度を高めるため、複数のパターン認識サブモデルを有するモデルを利用する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

図 8 を参照するに、本開示の実施形態による複数のパラレルサブモデルを組み込んだ組織特性モデルを構成する方法 8 0 0 のフロー図を示す。言うまでもなく、方法 8 0 0 の前、中、及び後に追加的ステップを設けてもよいし、方法 8 0 0 の他の実施形態では、説明する幾つかのステップを置き換えても無くしてもよい。方法 8 0 0 は、標本にわたるサンプルをグループ化し、各サンプルグループの独立モデルを構成することにより、組織パターン認識のサブモデルのセットを決定する。幾つかの実施形態では、これにより、モデル構成時に考慮するサンプルが少なくなるので、各個別サブモデルの複雑性が低減する。これにより、ランタイムが改善され、プルーニングの必要性が低くなる。プルーニングは、予測精度を代償として複雑性を管理するため、より複雑なモデルで使われる。サブモデルは独立なので、組織を特性評価する時には独立にトラバース (*traverse*) してもよい。幾つかの実施形態では、これにより、現代のプロセッサのマルチスレッド性能がレバレッジされ、ランタイムが大幅に低下する。さらに利点として、幾つかの実施形態では、複数の並列サブモデルにより、モデルを構成するために用いられる基準データセット中の統計的異常値の効果が低減される。

10

【 0 0 5 6 】

ブロック 8 0 2 を参照するに、医療用画像化データセットのサンプルセットを取得する。各サンプルは構成組織に対応する。構成組織は、組織、組織タイプ、有機又は無機構造、及び / 又は他の好適な構造である。各サンプルは、既知の具体的な構成組織の出現とそれに対応する画像化データを表す。各構成組織に対してサンプルのセットが識別される。幾つかの実施形態では、サンプルを取得し、図 5 を参照して開示した方法 5 0 0 などの方法で組織標本を用いて対応付けを行う。

20

【 0 0 5 7 】

ブロック 8 0 4 を参照して、サンプルを調べて、構成組織を区別する選択基準として用いられる可能性のあるパラメータを求める。このプロセスは図 5 を参照して開示したブロック 5 1 2 のプロセスと実質的に同様である。それに関連して、さまざまな実施形態では、パラメータは、1 次元、2 次元、又は多次元データから得られた時間的パラメータ又はスペクトルパラメータを含む。好適な他のパラメータには、限定ではないが、範囲 (組織とセンサとの間の距離)、患者デモグラフィック、医療履歴、及び / 又は合併状態 (*coexisting conditions*) が含まれる。パラメータは選択制、弁別性、その他の要因に基づいて考慮される。

30

【 0 0 5 8 】

ブロック 8 0 6 を参照して、サンプルをグループに分割する。一般的には、各グループの標本は、各グループをトータルのサブセットにしているサンプルの総数より少ない。ランダム、疑似ランダム、加重、及び / 又はラーニング方式など、さまざまなグループ化方式を用いて良い。すこし直感と相いれないが、幾つかの実施形態では、ランダムなグループ化により、ラーニング方式よと同じく、又はそれよりも良い予測精度を有するサブモデルが得られる。

【 0 0 5 9 】

加重方式を利用する実施形態では、グループ化はパターン認識の際の各標本の相対的加重に影響し、そのため、典型的な標本が複数のグループに、より高い頻度で含まれる。逆に、より典型的でない又はより異常な標本が含まれるグループはより少ない。対照的に、ラーニング方式はコアのサンプルグループから始まり、次いで、別のサンプルは、それを含めることにより得られる特性評価サブモデルの精度が改善され、及び / 又は効率が高くなる場合に、含まれる。別のグループ化方式も想定され、用意されている。ランダム、疑似ランダム、又はついでに言えばその他の任意のグループ化方式の利用も、そのグループ化方式の適用前の、そのサンプルの他の分類又はフィルタリングを排除しない。一実施形態では、組織からの後方散乱応答の態様が組織とセンサとの間の距離に応じて変化するので、サンプルは、別のグループ化方式を適用する前に、まずセンサからのレンジ又は距離によりグループ化される。別の実施形態では、サンプルは、グループ化方式を適用する前

40

50

に、患者デモグラフィック、医療履歴、合併状態、及び／又はその他の好適なパラメータなどのパラメータに基づき分類される。

【0060】

ブロック808を参照するに、各グループのサンプルに基づき、そのグループの構成組織を弁別するサブモデルを構成する。サブモデルは、分類ツリーを含むさまざまな形式を取り得る。したがって、幾つかの実施形態では、各サブモデルは各グループに対して独立な分類ツリーを含む。各グループ化は利用できるトータルサンプルより少ないサンプルしか有しないので、各グループのツリーは、利用可能なすべてのサンプルに基づくツリーよりも、（必ずしも個々の正確性は高くないが）ブランチが少なく、確実性が高い。単純性により、認識速度が改善し、（予測の正確性を損なう）ツリーのブルーニング（pruning）の必要性が低減する。独立性のため、幾つかの実施形態では、ツリーは、マルチスレッド又はマルチコアプロセッサにおいて、別のスレッドとして独立にトラバース（traverse）されてもよい。これによりさらにパターン認識速度が上がる。さらに利点として、幾つかの実施形態では、複数の並列ツリーにより、ツリーを構成するために用いられる基準データセット中の統計的異常値の効果が低減される。

【0061】

図8の方法800で構成されるサブモデルなどの、複数の並列モデルを用いて組織パターン認識を行うシステムと方法を、図9と10を参照して開示する。図9は、本開示の実施形態による、パターン認識エンジン900を含む、図1及び2のデータ処理システム101の一部を示す機能ブロック図である。さまざまな実施形態では、パターン認識エンジン900は、医療用画像化データを受け取り、それを複数の並列パターン認識モデルと比較し、画像の構成組織を決定する。図10は、本開示の実施形態によるパターン認識エンジン900を用いた実行に適した組織特性評価の方法を示すフロー図である。言うまでもなく、方法1000の前、中、及び後に追加的ステップを設けてもよいし、方法1000の他の実施形態では、説明する幾つかのステップを置き換えても無くしてもよい。

【0062】

パターン認識エンジン900はセンサI/Oインタフェース902を含む。図10のブロック1002を参照するに、センサI/Oインタフェース902は、IVUS、FL-IVUS、IVPA画像化、OCT、コンピュータトモグラフィ、及び／又はその他の好適なモダリティなどの一以上のモダリティに対応する医療用画像化データ901を受け取る。幾つかの実施形態では、センサI/Oインタフェース902は、PIM（例えば、図1のPIM112と114）から医療用画像化データ901を受け取りが、別の実施形態では、センサI/Oインタフェース902は、センシング機器（例えば、図1の機器108と110）から直接医療用画像化データを受け取る。センサI/Oインタフェース902は、アナログ・ツー・デジタル（A/D）変換、及び増幅、フィルタリング、タイムスタンプ付け、識別、及び／又はデータの集計を、受信の一部として行う。ベースバンドの実施形態では、医療用画像化データ901は、同相及び直交（I/Q）コンポーネントで表せる。幾つかのパターン認識はI/Q領域で行える。しかし、より一般的には、医療用画像化データはRF（無線周波数）領域に復調され、パターン認識は復調された医療用画像化データ901に行われる。したがって、センサI/Oインタフェース902は、同相及び直交信号コンポーネントを組み合わせる復調器906を含んでも良い。受信される医療用画像化データ901は、センサI/Oインタフェース902により、パターン認識のために一以上の分類コア908に、及び周囲の結果の画像912を構成するのに用いるために画像化エンジン910に提供される。

【0063】

図10のブロック1004を参照して、各分類コア908は独立な組織特性評価モデル（又はサブモデル）904を受け取る。上記の通り、組織特性評価モデル904は、分類ツリーの形式を含む任意の好適な形式を取る。したがって、幾つかの実施形態では、各分類コア908は、図8を参照して開示したものと実質的に同様な独立の分類ツリーを受け取る。各ツリーはサンプルの異なるサブセットに基づく。

【 0 0 6 4 】

図 10 のブロック 1 0 0 6 を参照して、各分類コア 9 0 8 は、各モデル（又はサブモデル）9 0 4 を受け取った医療用画像化データ 9 0 1 に適用する。一実施形態では、分類コア 9 0 8 は、分類ツリーを利用して、受け取った医療用画像化データ 9 0 1 から構成組織を決定する。コア 9 0 8 は、ツリーの決定ノード又はルートノードから始めて、医療用画像化データ 9 0 4 に、ルートノードにより指定されたパラメータを用いて、対応する比較を行う。結果に基づき、システムは適当なブランチをその後の決定ノード又はリーフノードまで追う（follow）。このプロセスはリーフノードに到達するまで続き、その点で、対応する構成組織が識別される。コア 9 0 8 は、各パターン認識プロセスを独立に行うので、幾つかの実施形態では、各コア 9 0 8 は、マルチスレッド処理デバイス上で実行される独立スレッドである。これにより、コア 9 0 8 は、同時に動作し、処理デマンドとランタイムを低減できる。各コア 9 0 8 プロセスは中間組織識別情報を生成する。これらは以下に開示するように単一の構成組織に精製される。

10

【 0 0 6 5 】

図 10 のブロック 1 0 0 8 を参照するに、コア 9 0 8 の中間組織識別情報は、加重モジュール 9 1 4 に提供され、中間結果間で仲裁される。各モデル（例えば、分類ツリー）は異なる基準データセットに基づくので、パターン認識プロセスの結果は変わり得る。このバリエーションは、識別される組織における違い、及び / 又は確実性尺度（metric of certainty）の違いとして表される。加重モジュール 9 1 4 は、完全に異なる中間結果を分析して、最終結果を構成組織の形式で決定する。幾つかの実施形態では、加重モジュール 9 1 4 は、投票方式として知られるもので、大多数のパターン認識プロセスで識別された構成組織を選択する。各結果には確実性尺度が付随しているので、投票方式は確実性を考慮する。幾つかの実施形態では、加重モジュール 9 1 4 は、投票をそれぞれの確実性により加重する。幾つかの実施形態では、加重モジュール 9 1 4 は、閾値を適用して、確実性が必要な確実性より低い投票を破棄する。幾つかの実施形態では、加重モジュール 9 1 4 は、必要な確実性の量を欠いていれば、最大数の投票を有する構成組織を破棄する。

20

【 0 0 6 6 】

組織パターン認識と同時に、受け取られた医療用画像化データ 9 0 1 は、画像化エンジン 9 1 0 により、周囲の血管を視覚的に表す画像 9 1 2 を構成するためにも用いられる。このプロセスは、ノイズを除去し、歪みを低減するステップと、飛行時間（time-of-flight）から正確な位置を決定するステップと、解像度をエンハンス（enhance）するステップと、リニアデータを極表示に変換するステップと、本技術分野の当業者には知られたその他の処理ステップとを含んでも良い。幾つかの実施形態では、このプロセスは、信号特性の輝度（明るさ）又はクロマ（色）値への変換、及び対応するスキャンラインの空間方向に応じた信号の配置を含む。

30

【 0 0 6 7 】

組織パターン認識の最終結果は、それだけで、又は画像 9 1 2 と組み合わせて提示される。典型的なアプリケーションでは、図 10 のブロック 1 0 1 0 を参照して、パターン認識エンジン 9 0 0 のユーザインタフェースモジュール 9 1 6 は、画像 9 1 2 を組織パターン認識の最終結果とオーバーレイして、組織エンハンス（tissue-enhanced）画像 9 1 8 を生成する。

40

【 0 0 6 8 】

図 11 本開示の実施形態による特性評価された組織を表示するユーザインタフェース 1 1 0 0 を示す図である。ユーザインタフェース 1 1 0 0 は、図 1 を参照して開示した、ベッドサイドコントローラ 1 1 8、メインコントローラ 1 2 0、又はブームディスプレイ 1 2 2 に組み込まれたディスプレイの一つなどのユーザディスプレイ上に表示される。ユーザインタフェース 1 1 0 0 は、それぞれ図 1 と図 2 の医療用画像化システム 1 0 0 と 2 0 0 などの医療用画像化システムにより表される情報を表示する可能性のある構成を表す。当業者には言うまでもなく、別の構成も想定でき設けられる。

50

【 0 0 6 9 】

例示した実施形態では、ユーザインタフェース 1 1 0 0 は、一以上のモダリティに対応する医療用センシングデータを表示する一以上のディスプレイペイン (d i s p l a y p a n e s) 1 1 0 2 を含む。ユーザインタフェース 1 1 0 0 は、一以上のディスプレイ属性ペイン 1 1 0 4 も含む。ディスプレイ属性ペイン 1 1 0 4 は、チェックボックス 1 1 0 6、排他的及び非排他的リスト 1 1 0 8、ラジオボタン、及びその他の好適なインタフェース方式を介して、組織パターン認識プロセスに対応するユーザ選択可能表示属性を提示する。例示した実施形態では、ディスプレイ属性ペイン 1 1 0 4 は、タブ 1 1 1 0 として提示されたカテゴリーの表示属性オプションを提示するが、これは単なる例であり、ドロップダウンメニュー、ツールバー、ツリー、その他の好適な構成を含む他の構成も提供される。ディスプレイ属性がユーザ選択されると、ディスプレイ属性は対応データに適用され、ディスプレイが更新される。これには、組織マーカー (例えば、マーカー 1 1 1 2) の更新が含まれる。

10

【 0 0 7 0 】

組織マーカー 1 1 1 2 は、図 1 0 の方法 1 0 0 0 により識別されたような、識別された構成組織を表す。それに関連して、組織マーカー 1 1 1 2 は、医療用センシングデータにより生成される画像に対する構成組織の空間的位置を表示する。これにより、オペレータは、診断目的で、治療をモニタするため、血管をナビゲートするため、及びその他の観察及びインターベンション目的で、血管構造に素早くかつ正確にアクセスできる。説明を明確にするため、組織マーカー 1 1 1 2 は、輪郭、ハイライト、ラベル、及び / 又はその他の好適な注釈の形式をとっても良く、いつでもいくつでも組織マーカー 1 1 1 2 を表示してもよい。

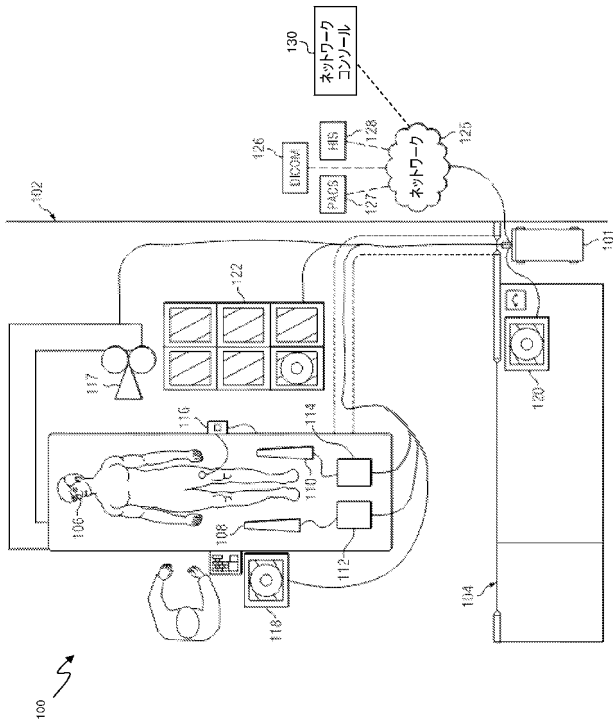
20

【 0 0 7 1 】

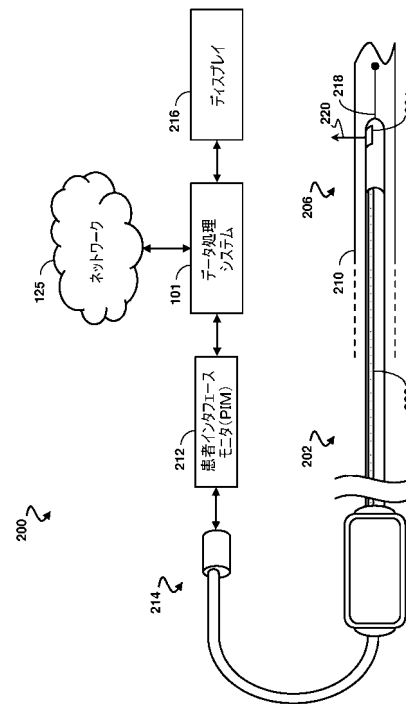
実施形態例を示し説明したが、前記の開示においては広い範囲の修正、変更、置換を想定でき、幾つかの実施形態では、本開示の幾つかのフィーチャを、他のフィーチャの対応する利用をせずに、利用することができる。さらに、上記の通り、マルチモダリティ処理システムに関連する上記のコンポーネントや拡張は、ハードウェア、ソフトウェア、又は両者の組み合わせで実装してもよい。処理システムは、どのアーキテクチャ上で動作するように設計することもできる。例えば、システムは、単一のコンピュータ、ローカルエリアネットワーク、クライアントサーバネットワーク、ワイドエリアネットワーク、インターネット、ハンドヘルドその他のポータブルかつ無線デバイス及びネットワーク上で実行できる。言うまでもなく、本開示の範囲から逸脱することなく、かかるバリエーションを上記説明にすることができる。したがって、添付した特許請求の範囲は、広く、本開示の範囲に即した方法で解釈される。

30

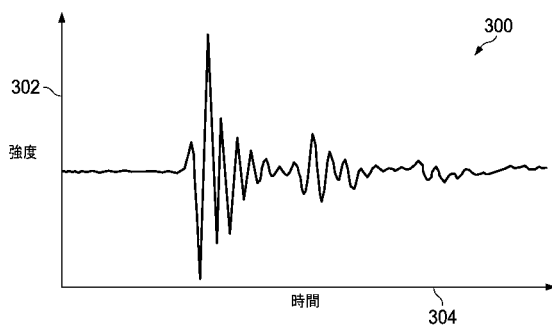
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

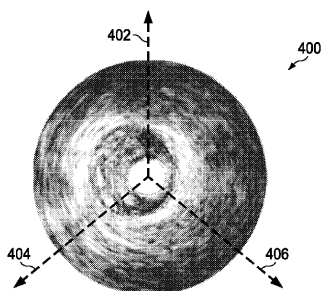
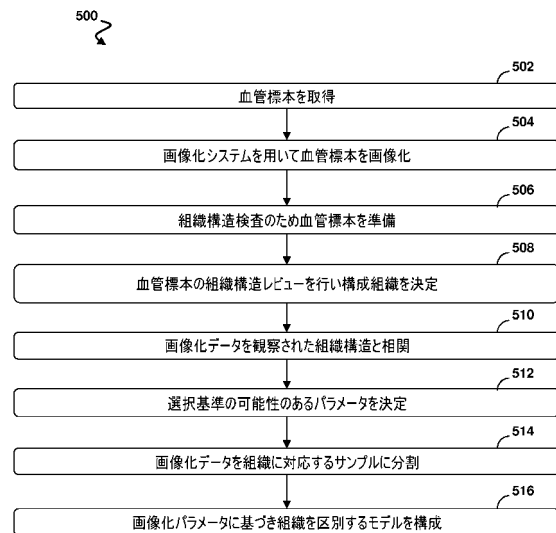
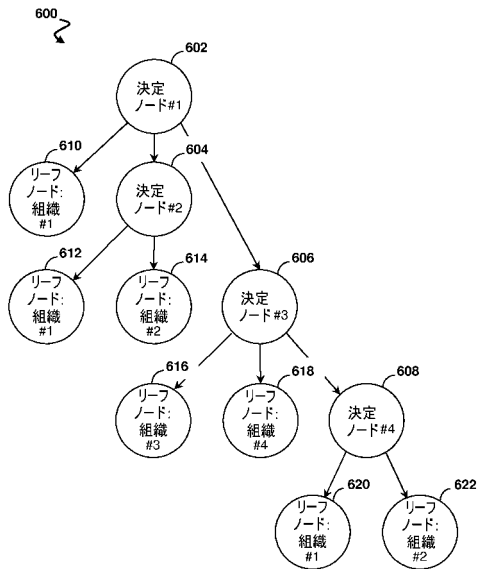


Fig. 4

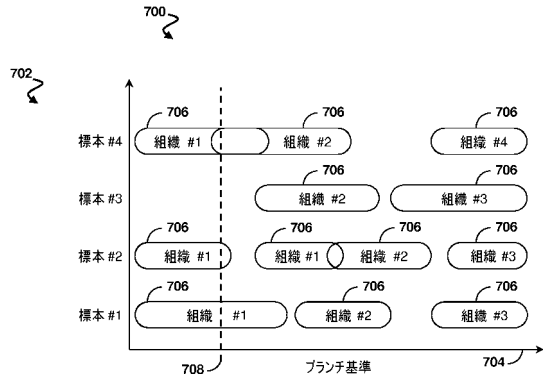
【図 5】



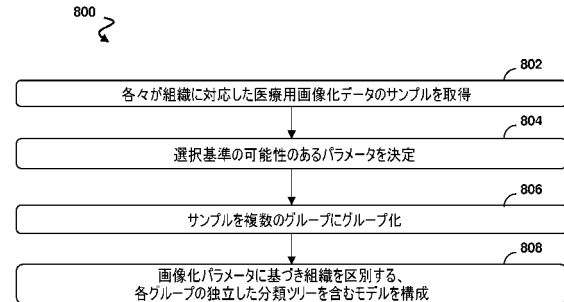
【図 6】



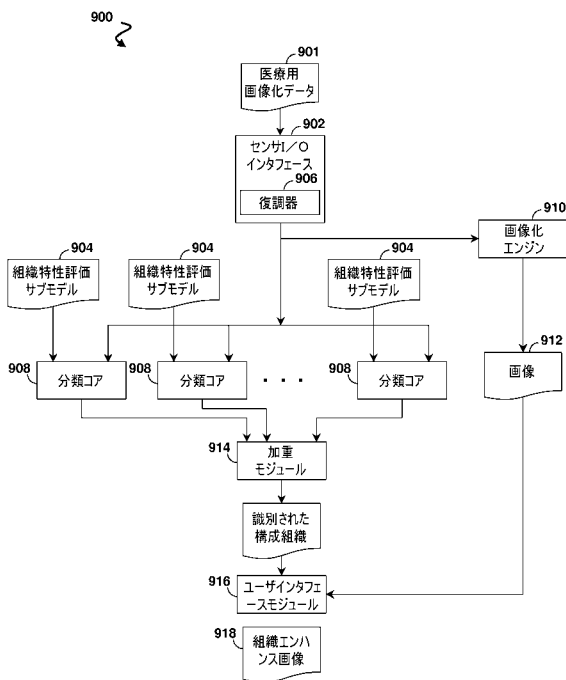
【図 7】



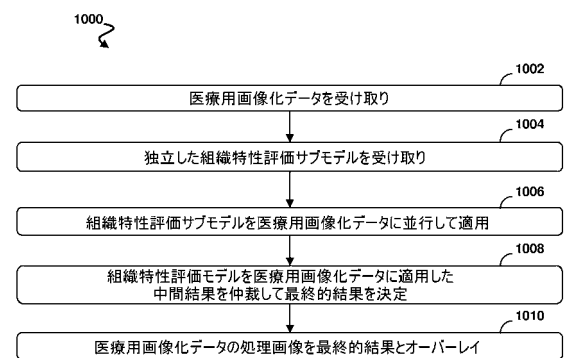
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

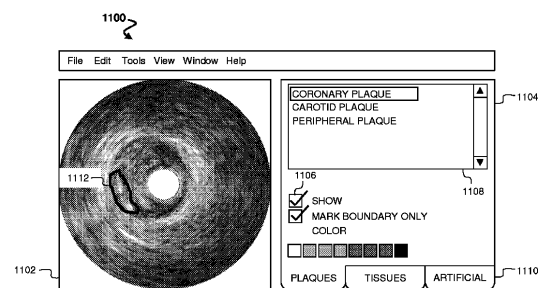


Fig. 11

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2014/026479
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
A61B 8/12(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) A61B 8/12; A61B 5/05; A61B 6/02; G06K 9/62; G06K 9/00; A61B 8/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & keywords: independent, model, image, data, characterization		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005-0059876 A1 (SRIRAM KRISHNAN et al.) 17 March 2005 See abstract, paragraphs [0043]-[0075], claims 1-11 and figure 2.	1-24
A	US 2013-0039558 A1 (JAMES BALTER et al.) 14 February 2013 See abstract, paragraphs [0017]-[0024], claims 1-9 and figures 1-3.	1-24
A	US 2013-0051650 A1 (ALBERTO SANTAMARIA-PANG et al.) 28 February 2013 See abstract, paragraphs [0060]-[0080], claims 1-17 and figures 1-3.	1-24
A	US 2013-0044924 A1 (JASON SPENCER) 21 February 2013 See abstract, paragraphs [0043]-[0068], claims 1-4 and figures 2a-3.	1-24
A	US 2006-0115146 A1 (MAKI OGURA et al.) 01 June 2006 See abstract, paragraphs [0081]-[0136], claims 1-14 and figures 1-4.	1-24
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 June 2014 (27.06.2014)		Date of mailing of the international search report 27 June 2014 (27.06.2014)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer KIM, Tae Hoon Telephone No. +82-42-481-8407 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2014/026479

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005-0059876 A1	17/03/2005	AU 2004-251359 A1	06/01/2005
		AU 2004-251359 B2	22/01/2009
		AU 2004-251360 A1	06/01/2005
		AU 2004-316027 A1	01/09/2005
		AU 2004-316027 B2	30/07/2009
		CA 2529929 A1	06/01/2005
		CA 2530595 A1	06/01/2005
		CA 2555080 A1	01/09/2005
		CA 2555080 C	24/04/2012
		CN 100481096 C	22/04/2009
		CN 1839391 A0	27/09/2006
		CN 1839392 A0	27/09/2006
		CN 1914617 A	14/02/2007
		CN 1914617 C0	14/02/2007
		EP 1636731 A2	22/03/2006
		EP 1636757 A2	22/03/2006
		EP 1711908 A2	18/10/2006
		JP 2007-524461 A	30/08/2007
		JP 2007-526016 A	13/09/2007
		JP 2007-527743 A	04/10/2007
		US 2005-0020903 A1	27/01/2005
		US 2005-0049497 A1	03/03/2005
		US 2005-0209519 A1	22/09/2005
		US 2010-0121178 A1	13/05/2010
		US 7640051 B2	29/12/2009
		US 7653227 B2	26/01/2010
		US 7693315 B2	06/04/2010
		US 7912528 B2	22/03/2011
		WO 2005-001740 A2	06/01/2005
		WO 2005-001740 A3	09/06/2005
		WO 2005-001769 A2	06/01/2005
		WO 2005-001769 A3	22/12/2005
		WO 2005-078631 A1	25/08/2005
		WO 2005-081168 A2	01/09/2005
		WO 2005-081168 A3	01/12/2005
US 2013-0039558 A1	14/02/2013	None	
US 2013-0051650 A1	28/02/2013	WO 2013-030175 A2	07/03/2013
US 2013-0044924 A1	21/02/2013	WO 2013-025970 A1	21/02/2013
US 2006-0115146 A1	01/06/2006	EP 1662412 A2	31/05/2006
		EP 1662412 A3	20/09/2006
		JP 2006-153742 A	15/06/2006
		JP 4496943 B2	07/07/2010
		US 7693334 B2	06/04/2010

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, 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, LT, 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 ナイール, アヌジャ
アメリカ合衆国, マサチューセッツ州 01730, ベッドフォード, スウィートウォーター ア
ベニュー 29

(72)発明者 フェデワ, ラッセル ジェイ
アメリカ合衆国, オハイオ州 44120, シェーカー ハイ츠, ウェイマス ロード 2921

(72)発明者 キス, ミクロス ジー
アメリカ合衆国, オハイオ州 44106, クリーヴランド ハイ츠, コルチェスター ロード
2591

Fターム(参考) 4C601 BB14 BB24 DD14 FE01 JC06