

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6445548号
(P6445548)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

A 6 1 B 8/14

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

A 6 1 B 5/055 3 8 0

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-522913 (P2016-522913)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成26年6月19日 (2014.6.19)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65) 公表番号	特表2016-523165 (P2016-523165A)		ヴェ
(43) 公表日	平成28年8月8日 (2016.8.8)		KONINKLIJKE PHILIPS
(86) 国際出願番号	PCT/IB2014/062422		N. V.
(87) 国際公開番号	W02014/207627		オランダ国 5656 アーエー アイン
(87) 国際公開日	平成26年12月31日 (2014.12.31)		ドーフエン ハイテック キャンパス 5
審査請求日	平成29年6月15日 (2017.6.15)		High Tech Campus 5,
(31) 優先権主張番号	61/839,424		NL-5656 AE Eindhove
(32) 優先日	平成25年6月26日 (2013.6.26)		n
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重
前置審査		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチモード組織分類のためのシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

解剖学的組織のマルチモダリティ組織分類のためのシステムであって：

前記解剖学的組織の少なくとも一つのMRI特徴を生成するよう構造的に構成された少なくとも一つのMRIシステムと；

前記解剖学的組織の少なくとも一つの超音波画像特徴を生成するよう構造的に構成された少なくとも一つの超音波システムと；

前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも二つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせし、前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも一つの超音波画像特徴の空間的位置合わせおよび画像抽出から導出される前記解剖学的組織の組織分類体積を生成するよう構造的に構成されたワークステーションとを有しており、

前記組織分類体積の生成が：

前記ワークステーションが、前記解剖学的組織の少なくとも二つの超音波画像特徴を抽出する段階と；

前記ワークステーションが、各ボクセルについての画像特徴ベクトルを生成する段階であって、各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の前記画像抽出された少なくとも二つの超音波画像特徴の連結を含む、段階と；

前記ワークステーションが、各ボクセルについての重み付けされた因子を生成する段階であって、各重み付けされた因子は、前記解剖学的組織の不健全な部分を表わす前記解剖

10

20

学的組織のそれぞれの空間的に位置合わせされた少なくとも一つのMRI特徴の輪郭描出から導出される、段階と；

前記ワークステーションが、対応する画像特徴ベクトルに各重み付けされた因子を適用する段階とを含み、

前記ワークステーションはさらに、前記組織分類体積の各ボクセルを、少なくとも健全組織ボクセルおよび不健全組織ボクセルを含む複数の組織型のうちの一つとして分類するよう構造的に構成されている機械学習に基づく組織分類器を有する、システム。

【請求項 2】

前記組織分類体積の生成が：

前記ワークステーションが、前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも一つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせし、画像抽出する段階と；

前記ワークステーションが、各ボクセルについて画像特徴ベクトルを生成する段階とを含み、

各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の空間的に位置合わせされ、画像抽出された少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも一つの超音波画像特徴の連結を含む、

請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内に含まれる前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 4】

前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内の前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 5】

前記複数の組織型がさらに、前記健全組織ボクセルおよび前記不健全組織ボクセルの間のボーダーラインの不健全組織ボクセルを含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 6】

前記複数の組織型がさらに、前記健全組織ボクセルと前記不健全組織ボクセルとの間の範囲にわたる複数の可能性のある不健全組織ボクセルを含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 7】

前記組織分類体積を利用する画像診断システムをさらに有する、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 8】

前記組織分類体積を利用して介入手順を案内するよう構成されている介入案内システムをさらに有する、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 9】

解剖学的組織のマルチモダリティー組織分類のためのワークステーションであって：

前記解剖学的組織の少なくとも一つのMRI特徴および前記解剖学的組織の少なくとも一つの超音波画像特徴の空間的位置合わせおよび画像抽出から導出される前記解剖学的組織の組織分類体積を生成するよう構造的に構成された画像位置合わせ器および特徴抽出器と；

前記組織分類体積の各ボクセルを、少なくとも健全組織ボクセルおよび不健全組織ボクセルを含む組織型のうちの一つとして分類するよう構造的に構成されている機械学習に基づく組織分類器とを有しており、

前記組織分類体積の生成が：

前記画像位置合わせ器が、前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも二つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせすることと；

10

20

30

40

50

前記特徴抽出器が、前記解剖学的組織の前記少なくとも二つの超音波画像特徴を抽出することと；

前記特徴抽出器が、各ボクセルについての画像特徴ベクトルを生成することであって、各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の前記画像抽出された少なくとも二つの超音波画像特徴の連結を含む、ことと；

前記特徴抽出器が、各ボクセルについての重み付けされた因子を生成することであって、各重み付けされた因子は、前記解剖学的組織の疑いのある不健全な部分を表わす前記解剖学的組織のそれぞれの空間的に位置合わせされた少なくとも一つのMRI特徴の輪郭描出から導出される、ことと；

前記特徴抽出器が、対応するボクセルの各画像特徴ベクトルに各重み付けされた因子を適用することを含む、ワークステーション。

10

【請求項 10】

前記組織分類体積の生成が；

前記画像位置合わせ器が、前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも一つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせすることと；

前記特徴抽出器が、前記解剖学的組織の前記空間的に位置合わせされた少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも一つの超音波画像特徴を抽出することと；

前記特徴抽出器が、各ボクセルについて画像特徴ベクトルを生成することを含み、

各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の前記空間的に位置合わせされ、画像抽出された少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも一つの超音波画像特徴の連結を含む、請求項9記載のワークステーション。

20

【請求項 11】

前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内に含まれる前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、請求項10記載のワークステーション。

【請求項 12】

前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内に含まれる前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、請求項11記載のワークステーション。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概括的には解剖学的組織の撮像に関する。本発明は特に、不健全な（たとえば癌性の）解剖学的組織のスクリーニング、検出および処置のための複数の撮像モダリティの利用に関する。

【背景技術】

【0002】

前立腺癌は米国男性のうちで最も一般的な臓器悪性腫瘍である。歴史的に、前立腺癌診断についての「黄金基準」は、生検組織の組織病理学的分析である。それによれば、高まった前立腺特異抗原（PSA: prostate specific antigen）レベルおよび直腸内触診（DRE: digital rectal exam）試験の結果がスクリーニングとして考えられる。しかしながら、PSA試験は低い特異性および感度を与え、DREを通じた触診による検出は、比較的大きく、表面的な病変に限られる。

40

【0003】

超音波（US）撮像では、無線周波（RF: radio frequency）エコー信号から抽出された音響パラメータ（たとえば、減衰および後方散乱される係数）に基づく組織分類が1970年代初期以来研究されている。より具体的には、BモードUS画像から抽出されるテクスチャ特徴およびRFエコー信号の較正された平均スペクトルから抽出されるスペクトル特徴

50

が、多数の分類アプローチとともに、健全または癌性としての組織型別 (typing) のために使われてきた。しかしながら、US撮像は、関心対象の解剖学的組織の高い時間的分解能の撮像を提供するものの、超音波ベースの癌検出技法の精度は、貧弱な信号対雑音比および低い空間的分解能のため、限られていることが判明した。

【0004】

より具体的には、経直腸超音波 (TRUS: transrectal ultrasound) は時に、前立腺癌についてのスクリーニング・プロセスにおける代替ステップとして使われる。しかしながら、周辺ゾーン低エコー病変の約40%が悪性であると判明している。したがって、TRUSの臨床的な価値は生検案内ツールに限られている。

【0005】

10

近年、前立腺癌の診断のために磁気共鳴撮像 (MRI: magnetic resonance imaging) を使うことにかなりの関心が寄せられている。その高い解剖学的分解能のためである。しかしながら、前立腺癌を良性の前立腺病変から区別することにおける解剖学的なT2強調 (T2W: T2-weighted) MRIの診断上の価値は限られている。たとえば、直径1.0cmより大きな腫瘍病巣についてMRIを使う前立腺癌検出の精度、感度および陽性予測力はそれぞれ79.8%、85.3%および92.6%であることが示されている。さらに、MRIを使う前立腺癌検出の精度、感度および陽性予測力は、1.0cmより小さな腫瘍病巣についてはそれぞれ24.2%、26.2%および75.9%に低下する。

【0006】

しかしながら、マルチパラメータMRIによってもたらされる解剖学的、生物学的、代謝的および機能的な動的情報の組み合わせが前立腺癌検出精度を改善することが示されている。前立腺癌検出のための利用されてきた一般的な機能的MR撮像技法の若干は、動的コントラスト向上MR撮像 (DCE: dynamic contrast enhanced MR imaging)、プロトンMR分光撮像 (MRSI: MR spectroscopic imaging) および拡散強調MR撮像 (DWI: diffusion-weighted MR imaging) である。より詳細には、DCEは組織脈管分布を視覚化し、MRSIは代謝情報を提供し、DWIは細胞外水分子のブラウン運動を視覚化する。

20

【0007】

重要なことに、前立腺癌療法におけるケアの標準は「腺全体」アプローチ (たとえば、根治的前立腺摘除、腺全体放射および短距離放射線療法) から、前立腺内の特定の癌性領域のみを処置するよう設計された、より焦点を絞られ、局所化された処置パラダイムに移行しつつある。この方向における一步は、これらの局所化された癌性領域を正確に特定する能力である。しかしながら、マルチパラメータMRIの改善された能力にもかかわらず、一貫した仕方では癌性領域を正確に特定することは、観察者にとっていまだ本来的に難しい。さらに、超音波画像において、BモードUS画像処理パイプラインは、癌性の組織を正常な組織から区別することにおいて支援しうる潜在的な組織シグネチャーを抑制してしまう。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

一般に、本発明は、画像位置合わせ、画像セグメンテーション、画像特徴抽出、画像輪郭描出および組織分類をマルチモダリティー画像に対して実行するための種々のアルゴリズムを含む自動化された決定支援システムまたはコンピュータ援用診断が、種々の型の画像からの情報を融合するための系統的かつ客観的なアプローチを提供しうることを認識する。特に、本発明は、空間的に位置合わせされたMRI画像 (たとえばT1W、T2W、DWI、DCE およびMRSI) およびUS画像 (たとえばBモード画像およびRFエコー画像) から抽出された組織情報を組み合わせることを、位置合わせされた画像の各ボクセルについての一意的な画像特徴のベクトルを形成するために前提としている。特徴のそのようなマルチモード (US-RF-MRI) ベクトルは、マルチモダリティーの諸利点を組み合わせて、前立腺癌検出におけるより高い精度、感度および特異性を達成する。

40

【0009】

50

本発明の一つの形は、一つまたは複数のMRIシステム、一つまたは複数の超音波システムおよびワークステーションを用いる解剖学的組織のマルチモード組織分類のためのシステムである。動作では、MRIシステム（単数または複数）が解剖学的組織の一つまたは複数のMRI特徴を生成し、超音波システム（単数または複数）が解剖学的組織の一つまたは複数の超音波画像特徴を生成する。ワークステーションは、解剖学的組織の前記MRI特徴および前記超音波画像特徴の空間的位置合わせおよび画像抽出から導出される解剖学的組織の組織分類体積を生成する。ワークステーションはさらに、前記組織分類体積の各ボクセルを、健全組織ボクセルおよび不健全組織ボクセルを含む複数の組織型のうちの一つとして分類する。

【0010】

10

本発明の第二の形は、画像位置合わせ器、特徴抽出器および組織分類器を用いる解剖学的組織のマルチモード組織分類のためのワークステーションである。動作では、前記画像位置合わせ器および前記特徴抽出器は、前記解剖学的組織の一つまたは複数のMRI特徴および前記解剖学的組織の一つまたは複数の超音波画像特徴の空間的位置合わせおよび画像抽出から導出される前記解剖学的組織の組織分類体積を生成する。前記組織分類器は、前記組織分類体積の各ボクセルを、健全組織ボクセルおよび不健全組織ボクセルを含む複数の組織型のうちの一つとして分類する。

【0011】

本発明の第三の形は、解剖学的組織の一つまたは複数のMRI特徴および解剖学的組織の一つまたは複数の超音波画像特徴の空間的位置合わせおよび画像抽出から導出される解剖学的組織の組織分類体積の生成に関わる、解剖学的組織のマルチモード組織分類のための方法である。本方法はさらに、前記組織分類体積の各ボクセルの、健全組織ボクセルおよび不健全組織ボクセルを含む複数の組織型のうちの一つとしての分類に関わる。

20

【0012】

本発明の上記の形および他の形ならびに本発明のさまざまな特徴および利点は、付属の図面との関連で読まれる本発明のさまざまな実施形態の以下の詳細な説明からさらに明白となるであろう。詳細な説明および図面は、付属の請求項およびその等価物によって定義される本発明の範囲を限定するのではなく、単に例解するものである。

【図面の簡単な説明】

【0013】

30

【図1】本発明に基づく例示的なマルチモード組織分類を示す図である。

【図2】本発明に基づくマルチモード組織分類の例示的な実施形態を示す図である。

【図3】本発明に基づくマルチモード組織分類方法の例示的な実施形態を表わすフローチャートである。

【図4】図2に示されるシステムによる図3に示されるフローチャートの第一の例示的な実装を示す図である。

【図5】図2に示されるシステムによる図3に示されるフローチャートの第二の例示的な実装を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

40

図1を参照するに、MRIシステム20は、スキャナ21およびワークステーション22を用いて、たとえば図のような患者10の前立腺11の解剖学的組織のMRI画像23のような、患者の解剖学的組織のMRI画像を生成する。實際上、本発明は、解剖学的組織のMRI特徴を取得するためにさまざまな型の一つまたは複数のMRIシステム20を利用する。MRIシステムおよび解剖学的特徴の関連するMRI特徴の型の例は、解剖学的組織の規格化された強度値および/またはテクスチャー・ベースの特徴を示すT₂W MRIシステム、解剖学的組織の水の見かけの拡散係数(ADC: apparent diffusion coefficient)を示すDWI-MRIシステム、解剖学的組織の薬物動態学的パラメータを示すDCE-MRIおよび解剖学的組織の代謝情報を示すMRSIシステムを含むがそれに限られない。

【0015】

50

超音波システム 30 は、プローブ 31 およびワークステーション 32 を用いて、たとえば図のような患者 10 の前立腺 11 の解剖学的組織のUS画像 33 のような、患者の解剖学的組織の超音波画像を生成する。實際上、本発明は、解剖学的組織のUS画像特徴を取得するためにさまざまな型の一つまたは複数の超音波システム 30 を利用する。超音波撮像システムおよび解剖学的特徴の関連するUS画像特徴の型の例は、解剖学的組織のテクスチャー・ベースの特徴を示すBモードUS撮像システムおよび解剖学的組織のスペクトル特徴を示すUS RFエコー撮像を含むがそれに限られない。

【0016】

本発明は、画像セグメンテーション、画像位置合わせ、画像特徴抽出、画像輪郭描出および組織分類を含むがそれに限られないさまざまな既知の技法を、解剖学的組織のMRI画像および超音波画像に対して実行して、MRI画像および超音波画像からの特徴情報を融合するための系統的かつ客観的なアプローチを提供する。特に、本発明は、空間的に位置合わせされたMRI画像（たとえばT2W-MRI、DWI-MRI、DCE-MRIおよびMRSI）および超音波画像（たとえばBモード画像およびRFエコー画像）から抽出された画像特徴を組み合わせることを、たとえば図1に示す組織分類体積 40 a および組織分類体積 40 b のような組織分類体積の各ボクセルについての画像特徴のベクトルを形成するために前提としている。

10

【0017】

實際上、組織分類体積の各ボクセルは、空間的に位置合わせされたMRI画像および超音波画像の抽出された画像特徴から導出される当該ボクセルの画像特徴ベクトルに基づいて、健全組織ボクセルと不健全組織ボクセル（たとえば癌性）との間で分類される。分類の量および線形性は、本発明によって限定されない。

20

【0018】

たとえば、組織分類体積 40 a の各ボクセルは、空間的に位置合わせされたMRI画像および超音波画像の抽出された画像特徴から導出される当該ボクセルの画像特徴ベクトルに基づいて、健全組織ボクセルまたは不健全組織ボクセル（たとえば癌性）であるとして分類される。図1に示されるように、健全組織ボクセルは白いボクセルであり、不健全組織ボクセルは黒いボクセルである。

【0019】

さらなる例により、組織分類体積 40 b の各ボクセルは、空間的に位置合わせされたMRI画像および超音波画像の抽出された画像特徴から導出される当該ボクセルの画像特徴ベクトルに基づいて、健全組織ボクセル、不健全組織ボクセル（たとえば癌性）またはボーダーライン不健全組織ボクセルのいずれかであるとして分類される。図1に示されるように、健全組織ボクセルは白いボクセルであり、不健全組織ボクセルは黒いボクセルであり、ボーダーライン不健全組織ボクセルは灰色のボクセルである。

30

【0020】

図1には示されないもう一つの例は、白い健全組織ボクセルから、対応する組織の不健全性のさまざまな確率を示す複数の灰色のボクセルを通じて黒い不健全組織ボクセル（たとえば癌性）までの範囲にわたる、ボクセルのグレースケールの利用である。

【0021】

本発明の理解を容易にするため、ここで前立腺の解剖学的組織の組織分類体積の生成に向けられる本発明の例示的实施形態について本稿で記述される。本発明の目的のためには、用語「画像セグメンテーション」、「画像（空間的）位置合わせ」、「画像輪郭描出」、「画像特徴抽出」、「組織分類」および「次元低減（dimensionality reduction）」ならびに関連する用語は、本発明の技術分野において知られているように広く解釈される。また、實際上、本発明は、任意の解剖学的領域（たとえば頭、胸郭、骨盤など）および任意の解剖学的構造（たとえば器官）の解剖学的組織に適用される。

40

【0022】

図2を参照するに、例示的なワークステーション 50 は、本発明のマルチモード組織分類方法を表わすフローチャート 100（図3）を実装するためのモジュール 51 ~ 53 を用いる。

50

【 0 0 2 3 】

動作では、ワークステーション 5 0 は、一つまたは複数のMRI画像 7 0 および一つまたは複数のUS画像 8 0 を受領するためのマルチモード・データ入力チャネル（図示せず）を提供する。

【 0 0 2 4 】

第二に、画像位置合わせ器 5 1 がMRI画像 7 0 および超音波画像 8 0 のボクセルの空間的位置合わせのための技法を用いる。

【 0 0 2 5 】

第三に、特徴抽出器 5 2 は、MRI画像 7 0 および超音波画像 8 0 のボクセルからの画像特徴を抽出するための技法を用いる。

10

【 0 0 2 6 】

實際上、本稿でさらに述べるように、画像位置合わせ器 5 1 および特徴抽出器 5 2 は、空間的に位置合わせされたMRI画像 7 0 および超音波画像 8 0 とのボクセル対応をもつ組織分類体積を生成する目的のためおよび該組織分類体積の各ボクセルについての連結された n 次元画像特徴ベクトルを生成するために、MRI画像 7 0 および超音波画像 8 0 の空間的に位置合わせされたボクセルから画像特徴を抽出するよう縦続的に動作する。ここで、 n は画像特徴の総数に等しい。

【 0 0 2 7 】

第四に、組織分類器 5 3 は、教師なしまたは教師付きで、組織分類体積の各ボクセルの組織型を、各ボクセルの画像特徴ベクトルによって示されるように、分類するための技法を用いる。

20

【 0 0 2 8 】

最後に、ワークステーション 5 0 のユーザー・インターフェース（図示せず）は、たとえば図 2 に示される組織分類体積 4 0 a の表示のような、ズームおよびパン機能を含むボクセルごとの組織分類体積の表示を提供する。

【 0 0 2 9 】

実際上は、ワークステーション 5 0 は、MRI画像 7 0 およびUS画像 8 0 から解剖学的組織のボクセルをセグメンテーションするための画像セグメンテーション・ツールと、MRI画像 7 0 およびUS画像 8 0 の、不健全（たとえば癌性）である疑いのあるボクセルを輪郭描出するための画像輪郭描出ツールとを含むモジュール 5 1 ~ 5 3 のためのツールを提供してもよい。

30

【 0 0 3 0 】

また、実際上は、ワークステーション 5 0 は、本発明のマルチモード組織分類方法、特にフローチャート 1 0 0 を実装するために好適な任意の仕方で構造的に構成されていてもよい。ある実施形態では、ワークステーション 5 0 は、ワークステーション 5 0 内のソフトウェア/ファームウェアとしてプログラムされ、インストールされているモジュール 5 1 ~ 5 3 を実行するためのハードウェア/回路（たとえばプロセッサ、メモリなど）をもって構造的に構成されていてもよい。

【 0 0 3 1 】

加えて、実際上は、ワークステーション 5 0 は組織分類体積（単数または複数）を、必要に応じて診断手順に組み込むために画像診断システム 9 0（たとえばMRIシステムまたは超音波システム）に対して提供するおよび/または必要に応じて介入手順に組み込むために介入案内システム 9 1（たとえば、電磁追跡システム、光学式追跡システムまたは画像追跡システム）に対して提供するスタンドアローンのワークステーションであってもよい。あるいはまた、ワークステーション 5 0 は、画像診断システム 9 0 内に組み込まれるまたは介入案内システム 9 1 内に組み込まれるのであってもよい。

40

【 0 0 3 2 】

図 4 および図 5 に示されるようなワークステーション 5 0 によるフローチャート 1 0 0（図 3）の例示的な実行について、これから、T2W画像 7 1、DWI画像 7 2、DCE画像 7 3 およびMRSI画像 7 4 からなるMRI画像 7 0 ならびにBモード画像 8 1 およびRFエコー画像 8

50

2 からなるUS画像 8 0 のコンテキストにおいて、ここで記述される。この記述から、当業者は、本発明のマルチモード組織分類方法を実装するための代替的なシステムおよび装置を認識するであろう。

【 0 0 3 3 】

図 3 を参照するに、フローチャート 1 0 0 の段階S101は、画像位置合わせ器 5 1 がモード内空間的位置合わせおよび/またはマルチモード空間的位置合わせを実行することを含む。空間的に位置合わせされた画像とのボクセル対応をもつ組織分類体積を生成するためである。たとえば、図 4 および図 5 に示されるように、画像位置合わせ器 5 1 はまず、諸MRI画像 7 0 のモード内空間的位置合わせを実行し、次いで、諸MRI画像 7 0 と諸US画像 8 0 のマルチモード空間的位置合わせを実行する。空間的に位置合わせされたMRI画像 7 0 およびUS画像 8 0 とのボクセル対応をもつ組織分類体積を生成するためである。MRI画像 7 0 およびUS画像 8 0 から解剖学的組織(たとえば前立腺)のボクセルをセグメンテーションするために、画像セグメンテーション・ツール(図示せず)が、前記空間的位置合わせ(単数または複数)の前または後に、画像位置合わせ器 5 1 によって利用されてもよい。MRI画像 7 0 およびUS画像 8 0 の、結果として得られる空間的位置合わせは、特徴抽出器 5 2 に通信され、それにより、フローチャート 1 0 0 の段階S102は、特徴抽出器 5 2 が空間的に位置合わせされたMRI画像(単数または複数) 7 0 およびUS画像(単数または複数) 8 0 から画像特徴を抽出し、連結して、組織分類体積の各ボクセルについてのn次元画像特徴ベクトルを生成することを含む。

【 0 0 3 4 】

たとえば、図 4 に示されるように、特徴抽出器 5 2 a は、解剖学的組織の規格化された強度値および/またはテクスチャー・ベースの特徴をT₂W画像 7 1 から、解剖学的組織の水の見かけの拡散係数(ADC)をDWI画像 7 2 から、解剖学的組織の薬物動態学的パラメータをDCE画像 7 3 から、解剖学的組織の代謝情報をMRS画像 7 4 から、解剖学的組織のテクスチャー・ベースの画像特徴をBモード画像 8 1 から、解剖学的組織のスペクトル画像特徴をRF画像 8 2 から抽出する。空間的に位置合わせされた諸抽出から、特徴抽出器 5 2 a は、組織分類体積の各ボクセルについて六次元画像特徴のベクトル 4 1 a を生成する。

【 0 0 3 5 】

画像位置合わせ器 5 1 によって利用されない場合、画像セグメンテーション・ツール(図示せず)は、各ボクセルについての画像特徴ベクトル 4 1 a の生成前または生成後に特徴抽出器 5 2 a によって利用されてもよい。

【 0 0 3 6 】

さらなる例により、図 5 に示されるように、特徴抽出器 5 2 b は、解剖学的組織の不健全な(たとえば癌性の)部分を表わすMRI画像 7 0 のボクセルを輪郭描出するために画像輪郭描出器 5 4 を利用し、空間的に位置合わせされた諸MRI画像 7 0 からの各ボクセルについての解剖学的構造の境界からの距離の重みW_iを生成する。特徴抽出器 5 2 b は次いで、解剖学的組織のテクスチャー・ベースの画像特徴をBモード画像 8 1 から、解剖学的組織のスペクトル画像特徴をRF画像 8 2 から抽出する。空間的に位置合わせされた諸抽出から、特徴抽出器 5 2 b は、組織分類体積の各ボクセルについて二次元画像特徴の重み付けされたベクトル 4 1 b を生成する。

【 0 0 3 7 】

画像位置合わせ器 5 1 によって利用されない場合、画像セグメンテーション・ツール(図示せず)は、各ボクセルについての画像特徴ベクトル 4 1 b の生成前または生成後に特徴抽出器 5 2 b によって利用されてもよい。

【 0 0 3 8 】

段階S102が完了すると、組織分類体積の各ボクセルについての、結果として得られる画像特徴ベクトル(たとえば、画像特徴ベクトル 4 1 a または画像特徴ベクトル 4 1 b)は組織分類器 5 3 に通信され、それによりフローチャート 1 0 0 の段階S103は、組織分類器 5 3 が、教師なしまたは教師付きで、組織分類体積(たとえば、組織分類体積 4 0 a および組織分類体積 4 0 b)についての各ボクセルの組織型を、各ボクセルの画像特徴ベクトル

ルによって示されるように、分類することを含む。

【0039】

たとえば、特定のボクセルの画像特徴ベクトルの画像特徴の全部が、関連付けられた解剖学的組織が健全である（すなわち、正常な細胞であるまたはいかなる細胞の変則もない）ことを示すことがありうる。逆に、特定のボクセルの画像特徴ベクトルの画像特徴の一つまたは複数が、関連付けられた解剖学的組織が何らかの度合いで不健全であるかもしれないまたは不健全である（すなわち、異常細胞であるまたは何らかの細胞の変則を含む）ことを示すことがありうる。

【0040】

図2を参照するに、フローチャート100を完了すると、組織分類体積はワークステーション50、画像診断システム90および/または介入案内システム91によって表示されてもよい。加えて、組織分類体積の重畳または融合が、画像診断システム90および/または介入案内システム91によって生成された解剖学的組織の画像上/画像内に表示されてもよい。

10

【0041】

図1～図5を参照するに、当業者は、本発明の数多くの恩恵を認識するであろう。それには、任意の解剖学的組織（たとえば前立腺）についての癌検出の感度および特異性における改善が含まれるがそれに限られない。よって、本発明は、腺/組織セクション内での腫瘍の位置およびサイズを局所化する能力から恩恵を受けるあらゆる診断および療法シナリオにおいて適用可能である。

20

【0042】

当業者はさらに、代替的な撮像モダリティ（たとえば、計算機断層撮影およびSPECT、PETなど）を用いた本発明の実装を認識するであろう。

【0043】

本発明のさまざまな実施形態が図示され、記述されてきたが、本稿に記載される本発明の実施形態は例解するものであり、本発明の真の範囲から外れることなく、さまざまな変更および修正がなされてもよく、その要素の代わりに等価物が代用されてもよいことは当業者によって理解されるであろう。加えて、本発明の教示を適応させるために、その中心の範囲から外れることなく多くの修正がなされてもよい。したがって、本発明は本発明を実施するために考えられている最良の形態として開示される個別的な実施形態に限定されることがなく、本発明は付属の請求項の範囲内にはいるあらゆる実施形態を含むことが意図されている。

30

いくつかの態様を記載しておく。

〔態様1〕

解剖学的組織のマルチモダリティ組織分類のためのシステムであって：

前記解剖学的組織の少なくとも一つのMRI特徴を生成するよう構造的に構成された少なくとも一つのMRIシステムと；

前記解剖学的組織の少なくとも一つの超音波画像特徴を生成するよう構造的に構成された少なくとも一つの超音波システムと；

前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも一つの超音波画像特徴の空間的位置合わせおよび画像抽出から導出される前記解剖学的組織の組織分類体積を生成するよう構造的に構成されたワークステーションとを有しており、

40

前記ワークステーションはさらに、前記組織分類体積の各ボクセルを、少なくとも健全組織ボクセルおよび不健全組織ボクセルを含む複数の組織型のうちの一つとして分類するよう構造的に動作可能である、

システム。

〔態様2〕

前記組織分類体積の生成が：

前記ワークステーションが、前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも一つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせし、画像抽出する段階と；

50

前記ワークステーションが、各ボクセルについて画像特徴ベクトルを生成する段階とを含み、

各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の空間的に位置合わせされ、画像抽出された少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも一つの超音波画像特徴の連結を含む、

態様 1 記載のシステム。

〔態様 3〕

前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内に含まれる前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、態様 2 記載のシステム。

〔態様 4〕

前記組織分類体積の生成が：

前記ワークステーションが、前記解剖学的組織の少なくとも二つの超音波画像特徴を抽出する段階と；

前記ワークステーションが、各ボクセルについての画像特徴ベクトルを生成する段階とを含み、

各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の前記画像抽出された少なくとも二つの超音波画像特徴の連結を含む、

態様 1 記載のシステム。

〔態様 5〕

前記組織分類体積の生成が：

前記ワークステーションが、前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも二つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせする段階と；

前記ワークステーションが、各ボクセルについての重み付けされた因子を生成する段階であって、各重み付けされた因子は、前記解剖学的組織の不健全な部分を表わす前記解剖学的組織のそれぞれの空間的に位置合わせされた少なくとも一つのMRI特徴の輪郭描出から導出される、段階と；

前記ワークステーションが、対応する画像特徴ベクトルに各重み付けされた因子を適用する段階とを含む、

態様 4 記載のシステム。

〔態様 6〕

前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内の前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、態様 5 記載のシステム。

〔態様 7〕

前記複数の組織型がさらに、ボーダーラインの不健全組織ボクセルを含む、態様 1 記載のシステム。

〔態様 8〕

前記複数の組織型がさらに、前記健全組織ボクセルと前記不健全組織ボクセルとの間の範囲にわたる複数の可能性のある不健全組織ボクセルを含む、態様 1 記載のシステム。

〔態様 9〕

前記組織分類体積を診断手順に組み込むよう構造的に構成されている画像診断システムをさらに有する、態様 1 記載のシステム。

〔態様 10〕

前記組織分類体積を介入手順に組み込むよう構造的に構成されている介入案内システムをさらに有する、態様 1 記載のシステム。

〔態様 11〕

解剖学的組織のマルチモダリティ組織分類のためのワークステーションであって：

前記解剖学的組織の少なくとも一つのMRI特徴および前記解剖学的組織の少なくとも一つの超音波画像特徴の空間的位置合わせおよび画像抽出から導出される前記解剖学的組織

10

20

30

40

50

の組織分類体積を生成するよう構造的に構成された画像位置合わせ器および特徴抽出器と
;

前記組織分類体積の各ボクセルを、少なくとも健全組織ボクセルおよび不健全組織ボクセルを含む組織型のうちの一つとして分類するよう構造的に構成されている組織分類器とを有する、

ワークステーション。

〔態様 1 2〕

前記組織分類体積の生成が：

前記画像位置合わせ器が、前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも一つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせすることと；

前記特徴抽出器が、前記解剖学的組織の前記空間的に位置合わせされた少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも一つの超音波画像特徴を抽出することと；

前記特徴抽出器が、各ボクセルについて画像特徴ベクトルを生成することとを含み、各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の前記空間的に位置合わせされ、画像抽出された少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも一つの超音波画像特徴の連結を含む、

態様 1 1 記載のワークステーション。

〔態様 1 3〕

前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内に含まれる前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、態様 1 2 記載のワークステーション。

〔態様 1 4〕

前記組織分類体積の生成が：

前記画像位置合わせ器が、前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも二つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせすることと；

前記特徴抽出器が、前記解剖学的組織の前記少なくとも二つの超音波画像特徴を抽出することと；

前記特徴抽出器が、各ボクセルについての画像特徴ベクトルを生成することであって、各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の前記画像抽出された少なくとも二つの超音波画像特徴の連結を含む、ことと；

前記特徴抽出器が、各ボクセルについての重み付けされた因子を生成することであって、各重み付けされた因子は、前記解剖学的組織の疑いのある不健全な部分を表わす前記解剖学的組織のそれぞれの空間的に位置合わせされた少なくとも一つのMRI特徴の輪郭描出から導出される、ことと；

前記特徴抽出器が、対応するボクセルの各画像特徴ベクトルに各重み付けされた因子を適用することとを含む、

態様 1 1 記載のワークステーション。

〔態様 1 5〕

前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内に含まれる前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、態様 1 4 記載のワークステーション。

〔態様 1 6〕

解剖学的組織のマルチモダリティー組織分類のための方法であって：

前記解剖学的組織の少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも一つの超音波画像特徴の空間的位置合わせおよび画像抽出から導出される前記解剖学的組織の組織分類体積を生成する段階と；

前記組織分類体積の各ボクセルを、少なくとも健全組織ボクセルおよび不健全組織ボクセルを含む組織型のうちの一つとして分類する段階とを含む、
方法。

〔態様 1 7〕

10

20

30

40

50

前記組織分類体積の生成が：

前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも一つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせし、画像抽出する段階と；

各ボクセルについて画像特徴ベクトルを生成する段階とを含み、

各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の前記空間的に位置合わせされ、画像抽出された少なくとも一つのMRI特徴および少なくとも一つの超音波画像特徴の連結を含む、

態様 16 記載の方法。

〔態様 18〕

前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内に含まれる前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、態様 17 記載の方法。

〔態様 19〕

前記組織分類体積の生成が：

前記解剖学的組織の前記少なくとも一つのMRI特徴および前記少なくとも一つの超音波画像特徴を空間的に位置合わせする段階と；

前記解剖学的組織の前記少なくとも一つの超音波画像特徴を抽出する段階と；

各ボクセルについての画像特徴ベクトルを生成する段階であって、各画像特徴ベクトルは、対応するボクセルに関連付けられた、前記解剖学的組織の前記画像抽出された少なくとも一つの超音波画像特徴の連結を含む、段階と；

各ボクセルについての重み付けされた因子を生成する段階であって、各重み付けされた因子は、前記解剖学的組織の疑いのある不健全な部分を表わす前記解剖学的組織のそれぞれの空間的に位置合わせされた少なくとも一つのMRI特徴の輪郭描出から導出される、段階と；

対応するボクセルの各画像特徴ベクトルに各重み付けされた因子を適用する段階とを含む、

態様 16 記載の方法。

〔態様 20〕

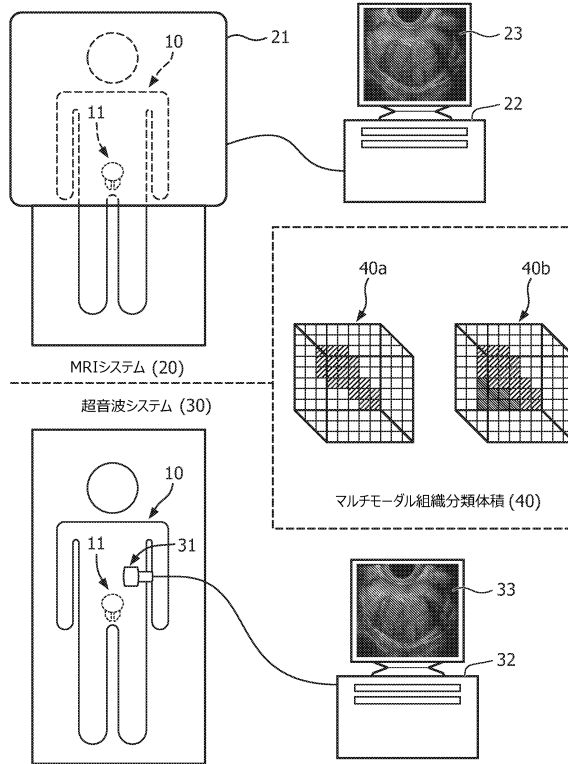
前記組織分類体積の各ボクセルの、前記複数の組織型のうちの一つとしての分類が、対応する画像特徴ベクトル内に含まれる前記解剖学的組織の画像特徴の連結から導出される、態様 19 記載の方法。

10

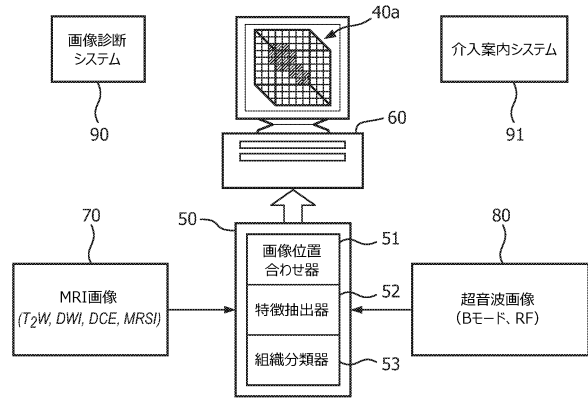
20

30

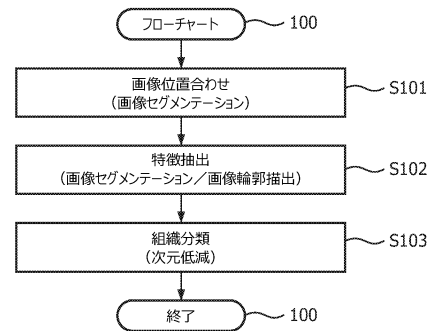
【図 1】



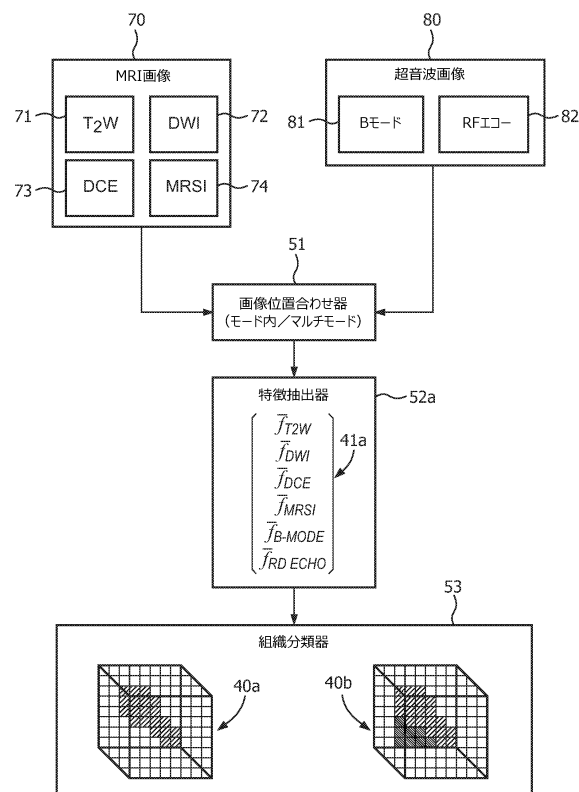
【図 2】



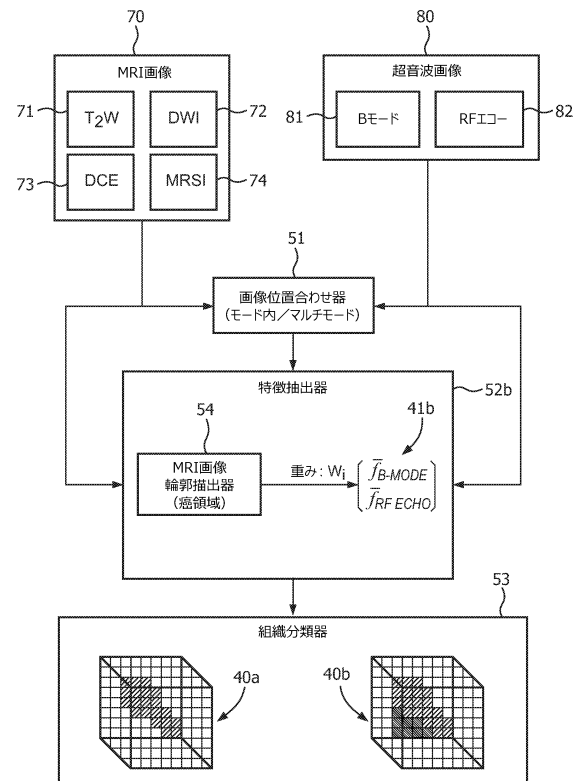
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 タマセビ マラゴースク, アミール モハンマド

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5

(72)発明者 バーラト, シュヤム

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5

(72)発明者 ホール, クリストファー スティーヴン

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5

(72)発明者 クリュッカー, ヨッヒェン

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5

審査官 永田 浩司

(56)参考文献 特表 2 0 0 7 - 5 2 4 4 6 1 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 0 5 7 6 4 9 (J P , A)

特表 2 0 0 8 - 5 4 5 4 6 8 (J P , A)

国際公開第 2 0 0 6 / 1 2 6 1 0 9 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 0 5 / 0 0 1 7 4 0 (W O , A 2)

特開平 0 7 - 2 8 4 0 9 0 (J P , A)

米国特許第 0 5 7 5 4 6 7 6 (U S , A)

特開 2 0 0 8 - 0 3 6 2 8 4 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 3 7 8 5 1 (U S , A 1)

特開 2 0 1 2 - 0 7 5 7 0 2 (J P , A)

欧州特許出願公開第 0 2 4 3 7 2 1 6 (E P , A 1)

国際公開第 2 0 1 2 / 0 6 3 9 2 8 (W O , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 0 3 5 5 9 4 (U S , A 1)

特開 2 0 0 5 - 1 1 1 2 5 8 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 7 5 5 6 6 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5

A 6 1 B 5 / 0 5 5

專利名称(译)	一种用于多模式组织分类的系统		
公开(公告)号	JP6445548B2	公开(公告)日	2018-12-26
申请号	JP2016522913	申请日	2014-06-19
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	タマセビマラゴーシュアミールモハンマド バーラトシュヤム ホールクリストファースティーヴン クリュッカーヨッヒエン		
发明人	タマセビ マラゴーシュ,アミール モハンマド バーラト,シュヤム ホール,クリストファー スティーヴン クリュッカー,ヨッヒエン		
IPC分类号	A61B8/14 A61B5/055		
CPC分类号	A61B5/055 A61B8/085 A61B8/5223 A61B8/5261 G06T7/0012 G06T7/30 G06T2207/10088 G06T2207/10132 G06T2207/30081 G06K9/4604 G06K9/6267 G06T15/08 G06T2207/30024		
FI分类号	A61B8/14 A61B5/055.380		
代理人(译)	伊藤忠彦		
审查员(译)	永田浩二		
优先权	61/839424 2013-06-26 US		
其他公开文献	JP2016523165A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用于解剖组织的多模态组织分类的方法包括所述解剖组织的一个或多个MRI特征的空间配准以及所述解剖组织的一个或多个超声图像特征和涉及生成源自图像提取的解剖组织的组织分类体积 (40)。该方法还涉及将组织分类体积 (40) 的每个体素分类为包括健康组织体素和不健康组织体素的多种组织类型之一。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6445548号 (P6445548)
(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018. 12. 26)	(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018. 12. 7)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 8 / 1 4 (2006. 01) A 6 1 B 5 / 0 5 5 (2006. 01)	F I A 6 1 B 8 / 1 4 A 6 1 B 5 / 0 5 5 3 8 0	
請求項の数 12 (全 14 頁)		
(21) 出願番号 特許2016-522913 (P2016-522913) (56) (22) 出願日 平成28年6月19日 (2014. 6. 19) (65) 公表番号 特許2016-523165 (P2016-523165A) (43) 公表日 平成28年8月8日 (2016. 8. 8) (86) 国際出願番号 PCT / 182014 / 062422 (87) 国際公開番号 W02014 / 207627 (87) 国際公開日 平成26年12月31日 (2014. 12. 31) (87) 審査請求日 平成29年6月15日 (2017. 6. 15) (31) 優先権主張番号 61 / 839, 424 (32) 優先日 平成25年6月26日 (2013. 6. 26) (33) 優先権主張国 米国 (US) 前置審査	(73) 特許権者 590000248 コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ KONINKLIJKE PHILIPS N. V. オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven (74) 代理人 100107766 弁理士 伊東 忠彦 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦	
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 マルチモード組織分類のためのシステム		