

(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2019-502423

(P2019-502423A)

(43) 公表日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B</b>	<b>6/14</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>A 6 1 B</b>	<b>6/14</b>	<b>3 0 0</b>	<b>4 C 0 9 3</b>
<b>G 0 6 T</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G 0 6 T</b>	<b>5/00</b>	<b>7 4 0</b>	<b>5 B 0 5 7</b>

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2018-524439 (P2018-524439)	(71) 出願人	309033390
(86) (22) 出願日	平成28年11月11日 (2016.11.11)		ラトガース, ザ ステイト ユニバーシ
(85) 翻訳文提出日	平成30年7月6日 (2018.7.6)		ティー オブ ニュージャージー
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/061615		アメリカ合衆国 ニュージャージー州 ニ
(87) 国際公開番号	W02017/083709		ュー プランズウィック サマセット ス
(87) 国際公開日	平成29年5月18日 (2017.5.18)		トリート オールド クイーンズ
(31) 優先権主張番号	62/254, 979	(74) 代理人	110001302
(32) 優先日	平成27年11月13日 (2015.11.13)		特許業務法人北青山インターナショナル
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	パテール, ジェイ, シュレッシュバール
			アメリカ合衆国 インディアナ州 462
			02, インディアナポリス, インディアナ
			アヴェニュー 1201, アpartment
			# 1100
		F ターム (参考)	4C093 AA01 AA26 CA21 DA05 FD03
			FF08 FF17 FF28 FG01
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像解析の結果に基づく歯根尖周囲疾患の鑑別診断

## (57) 【要約】

医療および/または歯診断を生成するためのシステム (100) と方法 (200、1600)。本方法は、被験者の体の選択部分の真のカラー画像を取得するステップと、真のカラー画像をグレースケール強度画像へ変換するステップと、グレースケール強度画像のコントラストを調整することによりヒストグラム等化画像を生成するステップと、医療および/または歯診断を生成するのに役立つ第1の情報を生成するためにヒストグラム等化画像を処理するステップであって、第1の情報は、(a) 疾患領域の画素平均強度値と正常領域の平均画素強度値との比と、(b) 歯周靱帯空間が拡大または破壊されたかどうかを示す指標とのうち少なくとも1つを含む、ステップと、第1の情報に少なくとも基づき医療および/または歯診断を生成するステップとを含む。

【選択図】図2

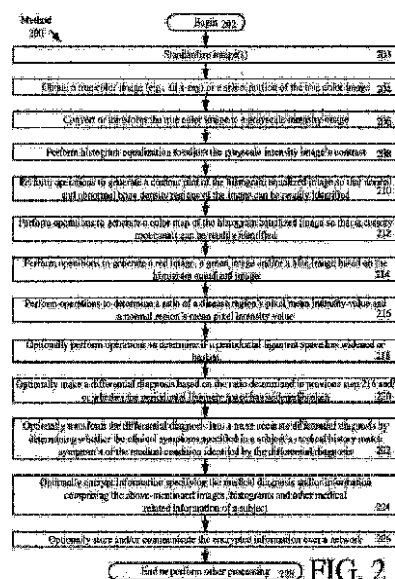


FIG. 2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

医療および／または歯診断を生成する方法において、  
被験者の体の選択部分の真のカラー画像をコンピュータ装置により取得するステップと

、  
前記真のカラー画像をグレースケール強度画像へ前記コンピュータ装置により変換するステップと、

前記グレースケール強度画像のコントラストを調整することによりヒストグラム等化画像を前記コンピュータ装置により生成するステップと、

前記医療および／または歯診断を生成するのに役立つ第 1 の情報を生成するために前記ヒストグラム等化画像を前記コンピュータ装置により処理するステップであって、前記第 1 の情報は、(a) 疾患領域の画素平均強度値と正常領域の平均画素強度値との比と、(b) 歯周靱帯空間が拡大または破壊されたかどうかを示す指標とのうち少なくとも 1 つを含む、ステップと、

前記第 1 の情報に少なくとも基づき前記医療および／または歯診断を前記コンピュータ装置により生成するステップと、を含むことを特徴とする方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の方法において、前記処理は、前記ヒストグラム等化画像の正常骨密度領域と異常骨密度領域が識別可能となるように、前記ヒストグラム等化画像の輪郭プロットを生成するステップを含むことを特徴とする方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の方法において、前記処理は、歯根管が識別可能となるように、前記ヒストグラム等化画像のカラーマップを生成するステップを含むことを特徴とする方法。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の方法において、前記処理は、管寸法の変動が識別可能となるように、赤色画像、緑色画像または青色画像を生成するステップを含むことを特徴とする方法。

**【請求項 5】**

請求項 1 に記載の方法において、前記被験者の医療記録内に規定された臨床症状を使用して、前記医療および／または歯診断をより正確な医療および／または歯診断へ変換するステップをさらに含むことを特徴とする方法。

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載の方法において、

前記変換ステップは、前記被験者の医療記録内に規定された前記臨床症状が前記医療および／または歯診断により識別された医療状態の臨床症状に整合するかどうかを判断するステップを含むことを特徴とする方法。

**【請求項 7】**

請求項 1 に記載の方法において、前記医療および／または歯診断は前記被験者の医療記録内に規定された臨床症状に追加的に基づいて生成されることを特徴とする方法。

**【請求項 8】**

請求項 7 に記載の方法において、医療および／または歯診断は、前記臨床症状に基づき第 1 の鑑別診断を取得すること、および前記第 1 の情報を使用して前記第 1 の鑑別診断の精度を検証することにより生成されることを特徴とする方法。

**【請求項 9】**

請求項 7 に記載の方法において、医学的診断は、前記臨床症状に基づき第 1 の鑑別診断を取得すること、前記第 1 の情報に基づき第 2 の鑑別診断を取得すること、および前記第 1 の鑑別診断および第 2 の鑑別診断に基づき前記医療および／または歯診断を判断することにより生成されることを特徴とする方法。

**【請求項 10】**

請求項 1 に記載の方法において、前記医療および／または歯診断を規定する情報を、データ記憶装置内に格納するまたはネットワーク上で伝達する前に暗号化するステップをさ

10

20

30

40

50

らに含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 1】

医療および / または歯診断を生成するためのシステムであって、  
少なくとも 1 つのプロセッサと、  
実行されると、前記少なくとも 1 つのプロセッサにコンピュータ装置においてデータ処理作業を行わせるプログラム命令を含むコンピュータ可読媒体であって、前記プログラム命令は、

被験者の体の選択部分の真のカラー画像を取得する命令と、  
前記真のカラー画像をグレースケール強度画像へ変換する命令と、  
前記グレースケール強度画像のコントラストを調整することによりヒストグラム等化画像を生成する命令と、

前記医療および / または歯診断を生成するのに役立つ第 1 の情報を生成するために前記ヒストグラム等化画像を処理する命令であって、前記第 1 の情報は、( a ) 疾患領域の画素平均強度値と正常領域の平均画素強度値との比と、( b ) 歯周靱帯空間が拡大または破壊されたかどうかを示す指標とのうち少なくとも 1 つを含む、命令と、

前記第 1 の情報に少なくとも基づき前記医療および / または歯診断を生成する命令とを含むコンピュータ可読媒体と、を含むことを特徴とするシステム。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載のシステムにおいて、前記ヒストグラム等化画像処理は、前記ヒストグラム等化画像の正常骨密度領域と異常骨密度領域が識別可能となるように、前記ヒストグラム等化画像の輪郭プロットを生成するステップを含むことを特徴とするシステム。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 に記載のシステムにおいて、前記ヒストグラム等化画像処理は、歯根管が識別可能となるように、前記ヒストグラム等化画像のカラーマップを生成するステップを含むことを特徴とするシステム。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 に記載のシステムにおいて、  
前記ヒストグラム等化画像処理は、管寸法の変動が識別可能となるように、赤色画像、緑色画像または青色画像を生成するステップを含むことを特徴とするシステム。

【請求項 1 5】

請求項 1 1 に記載のシステムにおいて、前記プログラム命令はさらに、前記被験者の医療記録内に規定された臨床症状を使用して前記医療および / または歯診断をより正確な医療および / または歯診断へ変換する命令を含むことを特徴とするシステム。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載のシステムにおいて、前記医療および / または歯診断は、前記被験者の医療記録内に規定された前記臨床症状が前記医療および / または歯診断により識別された医療状態の臨床症状に整合するかどうかに関する判断の結果に基づき変換されることを特徴とするシステム。

【請求項 1 7】

請求項 1 1 に記載のシステムにおいて、前記医療および / または歯診断は前記被験者の医療記録内に規定された臨床症状に追加的に基づいて生成されることを特徴とするシステム。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載のシステムにおいて、医療および / または歯診断は、前記臨床症状に基づき第 1 の鑑別診断を取得すること、および前記第 1 の情報を使用して前記第 1 の鑑別診断の精度を検証することにより生成されることを特徴とするシステム。

【請求項 1 9】

請求項 1 7 に記載のシステムにおいて、医療および / または歯診断は、前記臨床症状に基づき第 1 の鑑別診断を取得すること、第 1 の情報に基づき第 2 の鑑別診断を取得すること、および第 1 の鑑別診断および第 2 の鑑別診断に基づき医療および / または歯診断を判

10

20

30

40

50

断することにより生成されることを特徴とするシステム。

【請求項 20】

請求項 11 に記載のシステムにおいて、前記プログラム命令はさらに、前記医療および / または歯診断を規定する情報をデータ記憶装置内に格納するまたはネットワーク上で伝達する前に暗号化する命令を含むことを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は参照のため本明細書に援用する 2015 年 11 月 13 日出願の米国特許仮出願第 62 / 254, 979 号明細書からの優先権を主張する。

【0002】

本文書は概して画像処理に関する。より具体的には、本文書は、画像解析の結果に基づく歯根尖周囲疾患の鑑別診断のためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0003】

当該技術分野で知られた様々な画像処理技術が存在する。このような画像処理技術では、入力デジタル画像は、それに関連した一組の特性またはパラメータを生成するために処理され得る。デジタル画像は、幅  $x$  および高さ  $y$  を有する、特定順番で配置された画素の集合である。画素は画像の最小絵素である。各画素は数値的色値、数値的サイズ / 空間的値、および / またはそれに関連した強度を有する。数値は少なくとも 1 ビットの 2 進数を含む。例えば、モノクロ画素は 2 つの色値：0（例えば、黒色を表す）または 1（例えば、白色を表す）を有し得る。カラーまたはグレースケール画素は各色を表すためのより多くのビット（例えば 24 ビット）を必要とする。各画素の強度は可変である。カラー画像システムでは、色は通常、赤、緑および青などの 3 つの成分強度により表される。他の成分強度はシアン、マゼンタ、黄および / または黒を含み得る。

【発明の概要】

【0004】

本開示は概して、医療および / または歯診断を生成するためのシステムおよび方法に関する。本方法は、被験者の体の選択部分の真のカラー画像をコンピュータ装置により取得するステップと、真のカラー画像をグレースケール強度画像へコンピュータ装置により変換するステップと、グレースケール強度画像のコントラストを調整することによりヒストグラム等化画像をコンピュータ装置により生成するステップと、医療および / または歯診断を生成するのに役立つ第 1 の情報を生成するためにヒストグラム等化画像をコンピュータ装置により処理するステップとを含む。第 1 の情報は、(a) 疾患領域の画素平均強度値と正常領域の平均画素強度値との比と、(b) 歯周靱帯空間が拡大または破壊されたかどうかを示す（病巣が腫物、肉芽腫または膿胞かどうかを示す）指標とのうち少なくとも 1 つを含む。次に、第 1 の情報は医療および / または歯診断をコンピュータ装置により生成するために使用される。医療および / または歯診断を規定する情報は、データ記憶装置内に格納されるまたはネットワーク上で伝達される前に暗号化され得る。

【0005】

いくつかのシナリオでは、この処理は、ヒストグラム等化画像の正常骨密度領域と異常骨密度領域が識別可能となるように、ヒストグラム等化画像の輪郭プロットを生成するステップ、歯根管（眼球技術により識別するのが困難な副根管を含む）が識別可能となるようにヒストグラム等化画像のカラーマップを生成するステップ、および / または管寸法の変動が識別可能となるように赤色画像、緑色画像または青色画像を生成するステップを含む。

【0006】

これらまたは他のシナリオでは、本方法はまた、被験者の医療記録内に規定された臨床症状を使用して、医療および / または歯診断をより正確な医療および / または歯診断へ変

10

20

30

40

50

換するステップを含む。この変換は、被験者の医療記録内の臨床症状が医療および／または歯診断により識別される医療および／または歯状態の臨床症状に整合するかどうかを判断するステップを含み得る。そうであれば、医療および／または歯状態の精度が確認または検証される。そうでなければ、医療および／または歯診断は不正確であると判断される。それに応じて、第1の情報および医療記録情報は、より正確な医療および／または歯診断を導出するために再解析される。

【0007】

これらまたはさらに他のシナリオでは、医療および／または歯診断は被験者の医療記録内に規定された臨床症状に追加的に基づき生成される。より具体的には、医療および／または歯診断は、臨床症状に基づき第1の鑑別診断を取得することと、第1の情報を使用して第1の鑑別診断の精度を検証することとにより生成される。または、医療および／または歯診断は、臨床症状に基づき第1の鑑別診断を取得することと、第1の情報に基づき第2の鑑別診断を取得することと、第1の鑑別診断および第2の鑑別診断に基づき医療および／または歯診断を判断することとにより生成される。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

実施形態は以下の図面を参照して説明され、同様な参照符号は添付図面を通じて同様なものを表す。

【0009】

【図1】図1は、例示的コンピュータ装置の概略図である。

20

【図2】図2は、画像を解析するための例示的方法の流れ図である。

【図3】図3は、例示的な真のカラー画像を示す。

【図4】図4は、例示的グレースケール強度画像を示す。

【図5】図5は、例示的ヒストグラム等化画像を示す。

【図6】図6は、ヒストグラム等化画像の例示的輪郭プロットを示す。

【図7】図7は、ヒストグラム等化画像の例示的カラーマップを示す。

【図8】図8は、例示的緑色画像を示す。

【図9】図9は、自動画像解析処理へ入力される正常原画像を示す。

【図10】図10は、自動画像解析処理から生じる画像を示す。

30

【図11】図11は、自動画像解析処理から生じるコントラスト調整画像を示す。

【図12】図12は、自動画像解析処理から生じるヒストグラム等化画像を示す。

【図13】図13は、そのX線透過性領域を示すその上に重畳されたボックスを有する画像を示す。

【図14】図14は、例示的ネットワークベースシステムの図である。

【図15】図15は、PDL空間の図である。

【図16】図16は、正確な医学的診断を生成するための例示の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本明細書において一般的に説明されるとともに添付図面に示される実施形態の部品は多種多様な構成で配置および設計される可能性があるということが容易に理解される。したがって、添付図面に表される様々な実施形態の以下のより詳細な説明は、本開示の範囲を限定するように意図されているのではなく、様々な実施形態を単に代表する。実施形態の様々な態様が添付図面に提供されるが、添付図面は、特記しない限り、必ずしも原寸に比例して描かれていない。

40

【0011】

本解決策はその趣旨または本質的特徴から逸脱することなく他の特定形態で具現化され得る。説明される実施形態は、あらゆる点で単に例示的なものであって、限定的ではないと考えるべきである。したがって、本解決策の範囲はこの詳細な説明によるよりも、むしろ添付の特許請求の範囲により示される。特許請求の範囲の等価性の意味および範囲に入るすべての変更はそれらの範囲内に包含される。

50

## 【 0 0 1 2 】

機能、利点または同様な言葉への本明細書を通じた参照は、本解決策により実現され得る機能および利点のすべてが本発明の任意の単一実施形態内に存在すべきであるまたは存在するということを意味しない。むしろ、機能および利点を参照する言葉は「実施形態に関連し説明された特定の機能、利点、または特徴が本解決策の少なくとも1つの実施形態に含まれる」ということを意味するものと理解される。したがって、本明細書を通じた機能、利点および同様な言葉の論述は同じ実施形態を指し得るが、それを必ず指すのではない。

## 【 0 0 1 3 】

さらに、本解決策の説明された機能、利点および特性は、1つまたは複数の実施形態において任意の好適なやり方で組み合わせられ得る。当業者は本明細書の説明に照らして、本解決策は特定の実施形態の特定の機能または利点のうちの1つまたは複数のもの無しに実行され得るということを認識することになる。他の例では、本解決策のすべての実施形態において存在しないかもしれない追加の機能および利点がいくつかの実施形態では認識され得る。

10

## 【 0 0 1 4 】

本明細書全体にわたる「一実施形態」、「実施形態」、または「同様な言葉」への参照は、指示された実施形態に関して説明された特定の機能、構造、または特徴が本解決策の少なくとも一実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書全体にわたる語句「一実施形態において」、「実施形態において」および同様な言葉は、すべてが同じ実施形態を必ずしも指さない。

20

## 【 0 0 1 5 】

本文書に使用されるように、単数形式の冠詞は、文脈が明確に規定しない限り複数の参照物を含む。別途定義しない限り、本明細書で使用されるすべて技術科学用語は、当業者により一般的に理解される意味と同じ意味を持つ。本文書に使用されるように、用語「含む」は「含むが限定しない」ということを意味する。

## 【 0 0 1 6 】

本開示は、診断の効率を改善するために画像処理ツールボックスを使用する歯根尖周囲病状のコンピュータ化鑑別診断のためのシステムおよび方法に関する。主概念は、画素強度と、歯周靱帯空間と歯槽骨パターンの測度との間の距離とを識別することと、第2には、様々な構造を区別（例えば副根管、骨粗鬆の自動識別と亀裂歯症候群の識別）するために画像に影響を与えることである。したがって、本技術は、歯診断を改善するためのコンピュータ科学、情報科学および歯科学の応用を含む歯情報科学の振興分野におけるものである。本技術は、時には観察不能疾患、感染（例えば根尖性歯周炎、根尖周囲膿瘍）、歯および組織状態（密度およびX線透過性、認識された指標を含む）、病状、位置、およびX線の読み取りが提供し得るものを越える関連性（X線がいかなる疾患問題も全く示さないケースを含む）に関する情報を提供するための標準X線が解析され得るようにする。シミュレーション試験は、主な外科的および浸食的手法を防止し得る早期または困難な検出および鑑別診断に役立つ高感度、特異度および精度を実証した。

30

## 【 0 0 1 7 】

実際には、様々な効果および読み取り値が従来のX線に与えられ得る。本技術はまた、容積の多次元判断および問題の深さのスライシングシミュレーション（*slicing simulation*）を提供し得る。機械学習は、本技術を歯内治療目的のためだけでなく歯周治療目的、小児歯科目的、義歯目的および口腔診断目的のためにも使用するための選択肢を臨床医に与える。この機械学習を利用することにより、条件付きまたは無条件X線の様々なケースの入力に基づき、コンピュータは様々なケースの広い診断範囲について学習しトレーニングされ得る。このツールはまた、様々なケースを診断するためにシステムをトレーニングする機械学習アルゴリズムを含む。

40

## 【 0 0 1 8 】

いくつかのシナリオでは、MatLab（登録商標）ソフトウェアが本方法を実施する

50

ために使用される。本技術はこの点に関し制限されない。本技術は、任意の既知のまたは将来知られるコンピュータ言語（例えばC++、Java、HTMLなど）を使用することにより追加的にまたは代替的に実施され得る。Matlab（登録商標）ソフトウェアは、画像処理ツールボックス用アルゴリズムを実施するコードを書くために使用される。例示的コードが以下に提供される。

```
% --- 画像をグレースケールへ変換するためにボタン押しを実行する。  
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)  
global filename;  
filename = uigetfile;  
I = imread(filename);  
gray=rgb2gray(I);  
imshow(gray);
```

10

```
% --- ヒストグラム等化を行うためにボタン押しを実行する。  
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)  
global filename;  
I =imread(filename);  
gr=rgb2gray(I);  
hs=histeq(gr);  
imshow(hs);
```

20

% --- 骨粗鬆の領域を識別するのに有用な輪郭プロットを生成するために骨密度機能ボタンの押下を実行する。

```
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
global filename;
I = imread(filename);
gr=rgb2gray(I);
imcontour(gr)
```

% --- 歯根管、特に副根管を識別するのに有用なカラーマップを生成するために管識別機能の押下を実行する。

```
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
global filename;
I = imread(filename);
colormap default
```

10

% --- 腫物の存在を示し得る管寸法の変動をより容易に識別するのに役立つ緑色画像を生成するためにカラー抽出機能の押下を実行する。

```
function pushbutton8_Callback(hObject, eventdata, handles)
global filename;
I = imread(filename);
I(:, :, 1) = 0;
I(:, :, 3) = 0;
imshow(I);
```

20

% --- 開業医による診断を確認または検証するのに役立つ画素平均強度値を計算するために画素強度機能の押下を実行する。ユーザは、表示画像内の2つの領域を選択するように促されることになる。第1の領域は、疾患を有し得ると臨床医が信じる領域を含む。第2の領域は、正常な非疾患領域であると臨床医が信じる領域を含む。このツールは、第1と第2の領域の画素強度の比を自動的に採り、比を0～1の間で分類する。この比に基づき、ツールは1つの診断を与えることになる。

```
global filename;
I = imread(filename);
gcv=rgb2gray(I);
hs=histeq(gcv);
pix=impixel(hs);
avg=mean(pix);
ratio=first region/second region;
```

30

#### 【 0 0 1 9 】

このプロセスもまた、機械学習アルゴリズムを使用することにより自動的にプログラムされる。ここで、臨床医はまた、病巣に基づきシステムをトレーニングし得る。所望精度、感度および特異度に達した後、手動選択機能は削除され、コンピュータは疾患を自動的に診断することになる。機械学習の例示的コードが以下に提供される。

40



トレーニングアルゴリズム:

clc

close all

clear all

load svmStruct

%% read image

[filename filepath]=uigetfile('\*.bmp;\*.jpg;\*.png','Load image');

10

if filename==0

    return;

end

im=imread([filepath,filename]);

% im = imread('lung1.jpg');

if size(im,3)==3

    im = rgb2gray(im);

end

figure(1),imshow(im);

20

% % im2=histeq(im);

% im2=adapthisteq(im);

% figure,imshow(im2);

K = imadjust(im,stretchlim(im),[]);

figure(2),imshow(K)

R1=K;

b=round(size(K,2)/15);

%% 3.4 Feature extraction

30

figure(3),imshow(R1); title('Blocks');

hold on

[r,c]=size(R1);

m1=floor(r/b);

n1=floor(c/b);

map=zeros(m1,n1);

m=0;

for i=1:b:r-b

```

        n=0;
        m=m+1;
        for j=1:b:c-b
            n=n+1;
            blk=double(R1(i:i+b-1,j:j+b-1));
            rectangle('position',[j,i,b,b],'edgecolor','r');
            map(m,n)=1;
        end
    end
end
hold off

```

10

```

% h1=msgbox('Click on boxes to be ignored');
% figure(3)
% [x y]=ginput; %Press enter to terminate
% % hold on
% % scatter(x,y);
% % hold off
% x = ceil(x/b);
% y = ceil(y/b);
%
% for i=1:length(x)
%     n=x(i);
%     m=y(i);
%     map(m,n)=2;
% end
% map

```

20

```

figure(3)
hold on
[r,c]=size(R1);
m=0;
disp('Processing...');
for i=1:b:r-b
    n=0;
    m=m+1;
    for j=1:b:c-b
        n=n+1;
        if map(m,n)==2
            continue
        else
            blk=double(R1(i:i+b-1,j:j+b-1));

```

30

40

```

rectangle('position',[j,i,b,b],'edgecolor','m');
min_b=min(blk(:));
mean_b=mean(blk(:));
var_b=var(blk(:));
moment3=mean((blk(:)-mean_b).^3);
moment4=mean((blk(:)-mean_b).^4);
moment5=mean((blk(:)-mean_b).^5);
LP5=LBP(blk,2);
H=hist(LP5(:),16);
feat=[var_b,moment3,moment4,moment5,H];

clas = svmclassify(svmStruct,feat);

if clas==0
%       disp('Diseased!');
%       rectangle('position',[j+5,i+5,b-10,b-10],'edgecolor','y');
%       scatter(i+round(b/2),j+round(b/2),[],'r');
end
end

end
end
hold off

disp('Processing finished.');
```

データベースビルダー:

```

clc
close all
clear all

tt=input('Enter 1 to add to existing database, 0 to start new ');
if tt==0
    XV=[];YV=[];
else
    load('Xydata.mat');
end

%% read image
[filename filepath]=uigetfile('*.bmp;*.jpg;*.png','Load image');
if filename==0
    return;
end
```

```

im=imread([filepath,filename]);
% im = imread('lung1.jpg');

if size(im,3)==3
    im = rgb2gray(im);
end
figure(1),imshow(im);

% % im2=histeq(im);
% im2=adapthisteq(im);
% figure,imshow(im2);

K = imadjust(im,stretchlim(im),[]);
figure(2),imshow(K)

R1=K;
b=round(size(K,2)/15);
%% 3.4 Feature extraction
figure(3),imshow(R1); title('Blocks');
hold on
[r,c]=size(R1);
m1=floor(r/b);
n1=floor(c/b);
map=zeros(m1,n1);
m=0;
for i=1:b:r-b
    n=0;
    m=m+1;
    for j=1:b:c-b
        n=n+1;
        blk=double(R1(i:i+b-1,j:j+b-1));
        rectangle('position',[j,i,b,b],'edgecolor','r');
        map(m,n)=2;
    end
end
hold off

figure(3),title('Click on diseased blocks');
h=msgbox('Click on diseased boxes using mouse and click enter button to end');
[x y]=ginput; %Press enter to terminate

hold on
scatter(x,y);

```

```
hold off
```

```
x = ceil(x/b);
y = ceil(y/b);
for i=1:length(x)
    n=x(i);
    m=y(i);
    map(m,n)=0;
end
```

10

```
figure(3),title('Click on healthy boxes');
h1=msgbox('Click on healthy boxes');
[x y]=ginput; %Press enter to terminate
hold on
scatter(x,y);
hold off
x = ceil(x/b);
y = ceil(y/b);
```

20

```
for i=1:length(x)
    n=x(i);
    m=y(i);
    map(m,n)=1;
end
map
```

```
figure(3),title('To be added to database')
hold on
[r,c]=size(R1);
m=0;
for i=1:b:r-b
    n=0;
    m=m+1;
    for j=1:b:c-b
        n=n+1;
        if map(m,n)==2
            continue
        else
```

30

```
        blk=double(R1(i:i+b-1,j:j+b-1));
        if map(m,n)==0
            rectangle('position',[j,i,b,b],'edgecolor','y');
        else
```

40

```

        rectangle('position',[j,i,b,b],'edgecolor','g');
        end
        min_b=min(blk(:));
        mean_b=mean(blk(:));
        var_b=var(blk(:));
        moment3=mean((blk(:)-mean_b).^3);
        moment4=mean((blk(:)-mean_b).^4);
        moment5=mean((blk(:)-mean_b).^5);
        LP5=LBP(blk,2);
        H=hist((LP5(:)),16);
    10

    feat=[var_b,moment3,moment4,moment5,H];

    XV=[XV;feat];
    YV=[YV;map(m,n)];
    end

    end
end
hold off
20

save Xydata.mat XV YV ; % eigvector;
size(XV)
size(YV)

Training:
load Xydata.mat

in0=find(YV==0)
in1=find(YV==1);
30
Y0=YV(in0);
Y1=YV(in1);
X0=XV(in0,:);
X1=XV(in1,:)

XV=[X0;X1]
YV=[Y0;Y1]

svmStruct = svmtrain(XV,YV,'showplot',true);
40

classes = svmclassify(svmStruct,XV);
err=sum(abs(YV-classes))
acc=(length(YV)-err)/length(YV)
save svmStruct svmStruct

```

# 【 0 0 2 0 】

上記コードにより示されるように、X線画像は、画像処理ツールボックス内に存在する様々な機能および効果を使用して解析される。これらの機能は、正常/疾患領域、骨粗鬆領域および副根管領域の識別を容易にする。骨粗鬆の領域は、歯根尖周囲の領域の骨密度を測定し、測定された骨密度の変化を検出することにより識別される。

## 【 0 0 2 1 】

以下の実施例は本解決策をさらに示すために提供される。しかし、本解決策の範囲はこれによりいかなるやり方でも制限されないと考えてはならない。

## 【 実施例 】

## 【 0 0 2 2 】

いくつかのシナリオでは、本方法は、X線画像を収集するステップと、画像処理ツールボックスの様々な機能を使用してX線画像を解析するステップと、機能と歯根尖周囲領域の強度レベルとを使用することにより第1と第2の組の結果を診断するステップと、第1と第2の組の結果を比較するステップと、を含む。

## 【 0 0 2 3 】

結果は、診断をするのに役立つ以下の4つの様々なクラスを規定する。

- (1) クラス1 - 異常 / 病因無し : 強度比 0 . 8 ~ 1 . 0、歯周靱帯 ( P D L : P e r i o d o n t a l L i g a m e n t ) 空間の拡大無し、
- (2) クラス2 - 根尖性歯周炎 : 強度比 0 . 8 ~ 1 . 0、最大 2 5 の P D L 空間拡大、
- (3) クラス3 - 根尖周囲膿瘍 / 肉芽腫 : 0 . 2 5 ~ 0 . 7 0 の強度比、P D L 空間の破壊、および
- (4) クラス4 - 歯根嚢胞、歯根尖周囲膿瘍 : 0 . 2 5 未満の強度比、P D L 空間の破壊。

## 【 0 0 2 4 】

30枚のX線画像から、0 . 8 ~ 1 . 0の強度比を有しかつ正常ケースの結論を与えるP D L空間の拡大のない8枚の画像が見出された。0 . 8 ~ 1 . 0の強度比を有しかつ根尖性歯周炎ケースの結論を与える最大 2 5 の P D L 空間拡大を有する5枚の画像が見出された。0 . 2 5 ~ 0 . 7 0 の強度比を有しかつ根尖周囲膿瘍 / 肉芽腫ケースの結論を与えるP D L空間の破壊を有する12枚の画像が見出された。0 . 2 5 未満の強度比を有しかつ歯根嚢胞ケースの結論を与えるP D L空間の破壊を有する5枚の画像が見出された。これらのX線写真は判断基準診断に対して検証された。本システムは高精度および再現性を達成した。

## 【 0 0 2 5 】

上記システムおよび方法は医療意思決定に関する多くの目的に使用され得る。例えば、本システムおよび方法は、病巣が拡がり次の段階へ移るのを防止する病巣の早期診断を提供し得る。X線写真の撮影中に円錐ビームの露光レベルまたは角度が適切でなければ、X線写真が再び撮影される必要がありこれは患者へのX線写真露出を増加する。このツール機能を使用することにより、X線は、調整され得、再び撮影されることが防止され得、したがってX線写真露出レベルを下げ、病巣が早期段階で治療されたので再感染の確率を低減し、一次治療が行われ得るように、疾患を識別するために使用され、感染が早期段階に診断され治療されたので歯根端切除のような外科的処置の必要性を防止するのを助け、時間を節約し、患者の快適性を増加し、副根管を容易に見出すために使用され、骨粗鬆を測定して骨粗鬆の段階を自動的に判断するために使用され、関節窩から関節突起までの距離を測定するために使用され (これは顎関節障害の診断に役立つ)、矯正治療中の歯の動きを測定するために使用され、機器の押し付けに対し歯がどのように応答しているかを測定するために使用され、虫歯を測定し、エナメル象牙質または歯髄へのカリエスの関与を測定するために使用され、および / または歯槽骨の骨梁パターンを測定 (亀裂歯症候群を検出) するために使用される。自動検出機能は、鑑別診断のために歯科医をリフレッシュさせるのを助け得る。これは遠隔歯科に役立ち得る。これは、歯科医が月に一度または二度だけを訪れる地方の診療所に役立つ。歯科補助装置は、このツールボックスを使用して、診断および鑑別診断を容易にし得る。これは歯科学学生用教育ツールであり得る。

## 【 0 0 2 6 】

ここで図1を参照すると、本解決策を理解するのに役立つ例示的コンピュータ装置100のブロック図が提供される。コンピュータ装置100は、限定されないがノートブック、デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、携帯情報端末およびタブレッ

10

20

30

40

50

ト P C を含み得る。特に、コンピュータ装置 1 0 0 の部品の一部またはすべては、ハードウェア、ソフトウェア、および / またはハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせとして実現され得る。ハードウェアは、限定されないが 1 つまたは複数の電子回路を含む。電子回路は、限定されないが受動電子部品（例えば抵抗器、キャパシタ、インダクタ、および / またはダイオード）、能動電子部品（例えばダイオード、トランジスタ、集積回路、および / またはオプトエレクトロニクス装置）および / または電気機械部品（例えばターミナル、コネクタ、ケーブルアセンブリ、スイッチ、および / または保護装置）を含み得る。

#### 【0027】

特に、コンピュータ装置 1 0 0 は図 1 に示すものより多いまたは少ない部品を含み得る。しかし、示された部品は本解決策を実施する例示的实施形態を開示するのに十分である。図 1 のハードウェアアーキテクチャは、X 線像解析を効率的やり方で容易にするように構成された代表的コンピュータ装置の 1 つのアーキテクチャを表す。したがって、図 1 のコンピュータ装置 1 0 0 は歯根尖周囲病状のコンピュータ化検出のための改良方法を実施する。

10

#### 【0028】

特に、本解決策は単一コンピュータ実施形態に限定されない。いくつかのシナリオでは、本解決策はネットワークベースシステムにおいて実施される。例示的ネットワークベースシステム 1 4 0 0 が図 1 4 に提供される。この場合、コンピュータ装置 1 0 0 はネットワーク 1 4 0 2（例えばインターネットまたはイントラネット）を介しサーバ 1 4 0 4 に通信可能に結合される。コンピュータ装置 1 0 0 はデータをデータベース 1 4 0 6 から読み取り得るまたはそれへ書き込み得る。列举された部品 1 4 0 2 ~ 1 4 0 6 のそれぞれは当該技術領域において周知であり、したがって本明細書では詳細に説明しない。任意の既知のまたは将来知られるネットワーク、サーバ、および / またはデータ記憶装置が、限定されないがここでは使用され得る。また、暗号テキストが装置 1 0 0、1 4 0 4 間で伝達されることを確実にするために暗号法が使用され得る。暗号テキストは人の病歴に関する情報を含み得る。

20

#### 【0029】

図 1 に示すように、コンピュータ装置 1 0 0 は、システムインターフェース装置 1 2 2、ユーザインターフェース 1 0 2、中央処理ユニット（CPU）1 0 6、システムバス 1 1 0、システムバス 1 1 0 を介しコンピュータ装置 1 0 0 の他の部分へ接続されるとともに他の部分によりアクセス可能なメモリ 1 1 2、およびシステムバス 1 1 0 へ接続されるハードウェアエンティティ 1 1 4 を含む。ハードウェアエンティティ 1 1 4 の少なくともいくつかは、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）、ディスクドライバおよび / またはコンパクトディスク読み出し専用メモリ（「CD-ROM」）であり得るメモリ 1 1 2 へのアクセスおよびその使用を含む行為を行う。

30

#### 【0030】

システムインターフェース装置 1 2 2 は、コンピュータ装置 1 0 0 が外部通信装置（例えば遠隔サーバまたはネットワークノード）と直接または間接的に通信することを可能にする。コンピュータ装置 1 0 0 が外部通信装置と間接的に通信していれば、コンピュータ装置 1 0 0 は共通ネットワーク（例えばインターネットまたはイントラネット）を介し通信を送信および受信する。

40

#### 【0031】

ハードウェアエンティティ 1 1 4 は、本明細書で述べる方法論、手順または機能の 1 つまたは複数を実施するように構成された 1 または複数組の命令 1 2 0（例えばソフトウェアコード）が格納されるコンピュータ可読記憶媒体 1 1 8 を含むディスクドライブユニット 1 1 6 を含み得る。命令 1 2 0 はまた、コンピュータ装置 1 0 0 によるその実行中にメモリ 1 1 2 内および / または CPU 1 0 6 内に完全にまたは少なくとも部分的に存在し得る。メモリ 1 1 2 および CPU 1 0 6 はまた、機械可読媒体を構成し得る。本明細書で使用する用語「機械可読媒体」は、1 または複数組の命令 1 2 0 を格納する単一媒体また

50



は複数媒体（例えば中央集中型または分散型データベースおよび／または関連キャッシュおよびサーバ）を指す。本明細書で使用される用語「機械可読媒体」はまた、コンピュータ装置 100 による実行のための一組の命令 120 を格納する、エンコードする、または担持することができるとともにコンピュータ装置 100 に本開示の方法論の任意の 1 つまたは複数を行わせる任意の媒体を指す。

#### 【0032】

いくつかのシナリオでは、ハードウェアエンティティ 114 は、医学的診断目的のための効率的画像処理を容易にするためにプログラムされた電子回路（例えばプロセッサ）を含む。この点に関し、電子回路は画像解析および編集（「IAE: Image Analysis and Editing」）ソフトウェアアプリケーション（図 1 に示さず）とコンピュータ装置 100 にインストールされた他のタイプのアプリケーションとにアクセスして実行し得るということを理解すべきである。IAE ソフトウェアアプリケーションは通常、アプリケーションウィンドウ内の画像の表示、画像の解析、および表示画像の編集を容易にするように動作する。画像は同画像に注釈するために編集され得る。IAE ソフトウェアアプリケーションにより実施される列挙された機能および他の機能は、当該技術領域においてよく知られおり、したがって、詳細に説明しない。上に指摘したように、IAE ソフトウェアはいくつかのシナリオでは Matlab（登録商標）を含み得る。

10

#### 【0033】

ここで図 2 を参照すると、画像を処理する例示的方法 200 の流れ図が提供される。いくつかのシナリオでは、方法 200 は、臨床評価の医師の実行および／または患者の体の一部の X 線写真を取得する操作の医師の実行に続いて行われる。しかし、総合検査用 X 線写真は強制的である。したがって、方法 200 はまた、総合検査の一部として採用され得る。

20

#### 【0034】

方法 200 はステップ 202 で始まり、ステップ 203 へ続く。特に、ステップ 203 では、画像のすべては、そのいかなる解析前にも標準化される。標準化は、画像のすべてが異なるサイズおよび平均画素強度を有するので、行われる。それらのすべてを等しくするために、画像は 1 つの単一サイズおよび強度へ標準化される必要がある。標準化技術は当該技術領域においてよく知られており、したがって本明細書では説明しない。任意の既知のまたは将来知られる標準化技術が、限定されないが使用され得る。特に、本解決策は、図 2 に示すステップの特定順番に限定されない。例えば、標準化はステップ 206 または 208 後に追加的にまたは代替的に行われる可能性がある。

30

#### 【0035】

次のステップ 204 では、真のカラー画像（例えば X 線写真）または真のカラー画像の一部がコンピュータ装置（例えば図 1 と図 14 のコンピュータ装置 100）により取得される。例示的な真のカラー画像を図 3 に示す。

#### 【0036】

医療用途では、医師はこの時点でいかなる診断もしない。したがって、以下のステップが、（1）画像内の正常および／または疾患領域、（2）画像内の正常および／または異常骨密度領域、および／または（3）異常歯根形成または異常位置の歯根管を識別するために、行われる。情報（1）～（3）は、開業医によりなされた診断を確認または検証するために使用され得る。

40

#### 【0037】

次に、真のカラー画像は、コンピュータ装置（例えば図 1 と図 14 のコンピュータ装置 100）によりステップ 206 においてグレースケール強度画像へ変換される。例示的グレースケール画像を図 4 に示す。真のカラー画像をグレースケール強度画像へ変換するための技術は当該技術領域においてよく知られている。任意の既知のまたは将来知られる変換技術がここでは使用され得る。いくつかのシナリオでは、変換は輝度を保持しながら色相および飽和情報を削除することを含む。

#### 【0038】

50

ヒストグラム等化は、ステップ 208 により示すように、ぼやけた画像がぼやけていない画像へ変換されるようにグレースケール強度画像のコントラストを調整するためにコンピュータ装置（例えば図 1 と図 14 のコンピュータ装置 100）により行われる。ヒストグラム等化は当該技術領域においてよく知られており、したがって本明細書では説明しない。任意の既知のまたは将来知られるヒストグラム等化技術が、限定されないがここでは採用され得る。いくつかのシナリオでは、ヒストグラム等化は、強度がヒストグラム上でうまく分散されるようにグレースケール強度画像のグローバルコントラストを増加することを含む。強度分布は最頻強度値を散開させることにより実現される。ヒストグラム等化は、図 4 と図 5 の例示的 X 線写真により示されるように X 線画像内の骨構造および / または歯構造のより良好な図に繋がる。

10

#### 【0039】

次のステップ 210 では、ヒストグラム等化画像の輪郭プロットを生成する操作がコンピュータ装置（例えば図 1 と図 14 のコンピュータ装置 100）により行われる。例示的輪郭プロットを図 6 に示す。図 6 に示すように、輪郭プロットは、形状の境界（例えば各歯の境界）を表す等高線でマーキングされたヒストグラム等化画像を含む。輪郭プロットを生成するための技術は当該技術領域においてよく知られている。任意の既知のまたは将来知られる輪郭プロット技術が、限定されないが使用され得る。輪郭プロットは、観察者が、正常な骨密度を有する画像の領域、および骨粗鬆を有する画像の領域をより容易に識別することを可能にする。例えば、図 6 において、明るい灰色領域 600 は正常骨密度を示し、暗い灰色 / 黒色領域 602 は異常骨密度（または 2 つの隣接歯間の骨粗鬆）を表す。このような異常骨密度または骨粗鬆は、患者が歯膜炎に悩まされているということ（すなわち歯および骨粗鬆を囲み支持する組織に影響を与える炎症性疾患）を示す。歯膜炎は、歯周りの歯槽骨の進行性喪失を含み、もし未治療で放置されれば、歯喪失に至る可能性がある。

20

#### 【0040】

ステップ 210 が完了すると、ヒストグラム等化画像のカラーマップを生成する操作がコンピュータ装置（例えば図 1 と図 14 のコンピュータ装置 100）によりステップ 212 において行われる。例示的カラーマップを図 7 に示す。これらの操作は、その構造を明確に識別する目的のための画像を色分けすることを含む。いくつかのシナリオでは、カラーマップは、管が、ルーチンの歯根管処置に伴う複雑性を低減するように、より容易に識別され得るようにする。このような複雑性は歯根管が見逃されたときに生じ得る。この点に関し、「歯科医は歯が予想より多くの管を有すればまたは異常位置にあれば副根管を時折見逃す」ということを理解すべきである。これが発生すれば、細菌が感染管内に留まり、歯を再汚染し得る。

30

#### 【0041】

次のステップ 214 は、ヒストグラム等化画像に基づき赤色画像、緑色画像および / または青色画像を生成するための操作を行うことを含む。例示的緑色画像を図 8 に示す。いくつかのシナリオでは、操作は、赤色だけをその中に残すように画像から緑色および青色を抽出するステップ、緑色だけをその中に残すように画像から赤色および青色を抽出するステップ、および / または青色だけをその中に残すように画像から緑色および赤色を抽出するステップを含む。いくつかのシナリオでは、赤色、緑色および / または青色画像は、管寸法（例えば直径）の変動がより容易に識別され得るようにする。例えば、歯根管の先端に発生する根尖周囲膿瘍 800 は、図 3 の真のカラー画像および / または図 4 のグレースケール強度画像と比較して図 8 の緑色画像において容易に見られる。

40

#### 【0042】

次のステップ 216 は、疾患領域の平均画素強度値と正常領域の平均画素強度値との比を判断する操作をコンピュータ装置（例えば図 1 と図 14 のコンピュータ装置 100）により行うことを含む。いくつかのシナリオでは、患者および / または他の被験者に対して取得された X 線画像がここでは使用される。このステップは、自動的に、または表示画像内の 2 つの当該領域を選択するユーザ入力に応じて行われ得る。画素強度値は当該技術領

50

域においてよく知られており、したがって詳細に説明しない。しかし、画素強度値はそれぞれの画素がどれほど明るいかわび／またはそれぞれの画素が何色であるべきかについて説明する、ということを理解すべきである。グレースケール画像に関して、画素強度値は画素の輝度を表す単一数字である。画素強度値は通常、0～255の値を有する8ビットの整数を含む。0の画素強度値は通常、画素の色が黒であるということを示す。255の画素強度値は、画素の色が白であるということを示す。0～255の値は灰色の色合いを表す。カラー画像に関して、画素強度値は、R、GおよびB成分の3つの数字のベクトルとして表される。

【0043】

PDL空間（例えば図15のPDL空間1500）もまた、コンピュータ装置（例えば図1と図14のコンピュータ装置100）によりステップ218において任意選択的に判断され得る。理解されるようにPDLは、図15に示すように歯根を囲みこれを歯槽骨へ取り付ける空間である。

10

【0044】

いくつかのシナリオでは、ステップ216において判断された比および／またはステップ218において判断されたPDL空間は、任意選択的ステップ220により示されるように、鑑別診断をなすために使用され得る。例えば、無異常／病因の診断は、比が0.8～1.0の値を有しかつPDL空間のいかなる拡大もない場合になされる。根尖性歯周炎の診断は、比が0.8～1.0の値を有しかつPDL空間が最大25まで拡大した場合になされる。根尖周囲膿瘍／肉芽腫の診断は、比が0.25～0.70の値を有しかつ破壊されたPDL空間が存在する場合になされる。歯根嚢胞または根尖周囲膿瘍の診断は、比が0.25未満の値を有しかつ破壊されたPDL空間が存在する場合になされる。

20

【0045】

いくつかのシナリオでは、鑑別診断は、任意選択的ステップ222により示されるようにより正確な鑑別診断へ変換される。この変換は被験者の医療記録または履歴を使用して実現される。さらに具体的には、被験者の医療記録または履歴内に規定された臨床症状が、鑑別診断により識別された症状の臨床症状に整合するかどうかに関する判断がなされる。そうであれば、症状の精度が確認または検証される。そうでなければ、医学的診断は不正確であると判断される。したがって、第1の情報および医療記録情報はより正確な医学的診断を導出するために再解析される。

30

【0046】

次の任意選択的ステップ224では、コンピュータ装置（例えば図1と図14のコンピュータ装置100）は、医学的診断を規定する情報、および／または被験者の上記画像、ヒストグラムおよび他の医用情報を含む情報を任意選択的に暗号化する。暗号化は、少なくともHealth Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) 機密性必要要件に準拠する目的のために採用され得る。暗号化は、カオスの、ランダムな、または疑似ランダムな数字ベースアルゴリズムを使用して実現される。任意の既知のまたは将来知られるカオスの、ランダムな、または疑似ランダムな数字ベースアルゴリズムが、限定されないがここでは使用され得る。カオスの、ランダムな、または疑似ランダムな数字ベースアルゴリズムのシード値は、複数の所定シード値から選択され得る、または第1のコンピュータ装置の動作中に動的に生成され得る。用語「シード値」は、本明細書で 사용되는ように、カオスの、ランダムな、または疑似ランダムな整数値のシーケンスを生成するための開始値を指す。シード値は、人間または動物対象に関する情報（例えば識別子、アドレス、電話番号、年令、医学的診断、病歴内に含まれる情報、疾患領域の平均強度値と正常領域の平均画素強度値との比、周期的韧带空間、および／または任意の他の値）に基づき選択または生成され得る。

40

【0047】

その後、暗号化情報が格納される（例えば図1のメモリ112内に）、および／またはデータ記憶装置（例えば図14のデータベース1406）内への格納および／またはその後の処理のためにネットワーク（例えば図14のネットワーク1402）上で第1のコン

50

コンピュータ装置から遠方の第2のコンピュータ装置（例えば図14のサーバ1404）へ伝達される任意選択的ステップ226が行われる。第2のコンピュータ装置では、暗号化情報が解読され得る。データを解読する方法は当該技術領域においてよく知られおり、したがって本明細書では説明しない。任意の既知のまたは将来知られる復号化技術が、限定されないがここでは使用され得る。ステップ226が完了すると、方法200が終了するまたは他の処理が行われるステップ228が行われる。

#### 【0048】

いくつかのシナリオでは、方法ステップ210～226は任意選択的に、いかなるユーザ入力も無しにまたは最小ユーザ入力によりコンピュータ装置により自動的に行われ得る。この場合、医学的診断はコンピュータ装置によりなされ得、画像の異常領域は、コンピュータ装置により行われる画像処理操作中に自動的に識別され得る。このような自動操作を行うコンピュータ装置により生成される例示的画像が図9～13に示される。

10

#### 【0049】

図9は、自動画像解析処理へ入力される正常原画像を示す。Matlab（登録商標）状況では、 $IM2 = imophat(IM, SE)$  が形態学的トップハットフィルタリング（ $top-hat\ filtering$ ）をグレースケールまたは二値入力画像IMに対し行う。トップハットフィルタリングは、画像の形態学的開口を計算し（ $impen$ を使用して）、次にその結果を原画像から減じる。 $Imophat$ は構造化要素SEを使用する。SEは $strel$ により戻される。SEは、複数の構造化要素物体を含むアレイではなく単一構造化要素物体でなければならない。

20

#### 【0050】

図10は、自動画像解析処理から生じる画像を示す。図11は、自動画像解析処理から生じるコントラスト調整画像を示す。歯槽骨パターンのより良い理解を提供するためにコントラスト調整が行われる。図12は、自動画像解析処理から生じるヒストグラム等化画像を示す。Matlab（登録商標）状況では、 $histeg$ が全体画像に作用し、 $adapthisteg$ はタイルと呼ばれる画像の小領域に作用する。各タイルのコントラストが強化され、その結果、出力領域のヒストグラムは規定ヒストグラムにほぼ整合する。等化を行った後、 $adapthisteg$ は人為的に誘起された境界を除去するために双線形補間を使用して隣接タイル同士を組み合わせる。図13は、そのX線透過領域を示すその上に重畳されたボックスを有する画像を示す。

30

#### 【0051】

特に、本技術は疾患診断目的のために機械学習を採用し得る。機械学習は、予め格納されたパターン、手操作入力、および/または以前の画像解析の結果に基づき得る。機械学習技術は当該技術領域においてよく知られている。任意の既知のまたは将来知られる機械学習手法が、限定されないがここでは使用され得る。

#### 【0052】

本解決策は、方法200のステップが行われた特定順番に限定されない。この点に関し、方法200において画像処理は第1の鑑別診断をなすために行われ、臨床症状はより正確な第2の鑑別診断を生成するおよび/または第1の鑑別診断の精度を検証するために使用されるということに注意すべきである。他のシナリオでは、この方法の順番は逆にされる、すなわち、臨床症状が、第1の鑑別診断を生成するために使用され、画像処理の結果は、より正確な第2の鑑別診断を生成するおよび/または第1の鑑別診断の精度を検証するために使用される。この逆プロセスを示す流れ図は図16に提供される。

40

#### 【0053】

ここで図16を参照すると、方法1600はステップ1602で始まり、ステップ1604に続き、ここで、症状の第1の鑑別診断が臨床症状に基づき得られる。症状は、限定されないが腫物、慢性肺尖膿瘍、歯根肉芽腫または歯根嚢胞を含み得る。症状のそれぞれは、その臨床症状と共に以下に定義される。

#### 【0054】

腫物は、細菌感染に起因する組織液化により形成される空洞内への膿の集積からなる。

50

腫物は、本来、急性兆候または慢性であり得る。急性病巣を有する患者は、本来、急激性、自発性かつ過激性であり、関連組織の腫れであり得る軽症から重症までの苦痛を経験する。苦痛は歯を加圧することにより軽減され得る。ほとんどの場合、歯は打診に極めて敏感である。歯髄生死試験は陰性であり、歯は歯槽内に押し出され得る。開口障害が発生し得る。発熱、リンパ節腫脹、倦怠、頭痛および吐き気を含む開口障害もまた、発現し得る。X線写真上、病巣は、非常に急速に発現するので骨破壊を示さないかもしれない。ほとんどの場合、歯は打診に極めて敏感である。歯髄生死試験は陰性である。

#### 【0055】

慢性根尖膿瘍病巣は、緩やかな兆候であり、ほとんどまたは全くない不快感、および歯肉頬/歯肉唇側溝内を開く関連排出洞管を通じた膿の断続的放出である。ガッタパーチャ (gutta percha) 試験によりそしてX線写真を撮影することにより確認され得る洞管はほとんどの場合存在する。X線写真上、X線透過性などの骨性破壊の兆しが通常はある。

#### 【0056】

歯根肉芽腫は通常、無症状であり、通常は、十分に囲まれた病巣としてX線写真上で診断される。打診に対するわずかな敏感性が、存在し得、関与する非生活歯の頂点における肉芽組織の存在により鈍い音を生じ得る。噛みしめるまたは噛みつきに関する穏やかな苦痛が報告されることがある。腫物内への急性悪化がない限りいかなる皮質板穿孔または膿瘍も見られない。

#### 【0057】

歯根嚢胞 (Apical periodontal cyst, Periapical cyst or Radicular cyst) は臨床症状のない無症状病巣である。これらは、無痛であり、二次的感染がなければ打診に対する敏感性はない。これらは、一定期間にわたって膨張するが、皮質板の拡大が腫れとして臨床的に可視にされることはめったにない。

#### 【0058】

図16を再び参照すると、方法1600はステップ1606へ続く。ステップ1606は、ステップ216において判断された比、および/または歯周靭帯空間が拡大および/または破壊されたかどうかに基づき第2の鑑別診断を得るために図2のステップ204~220を行うことを含む。次に、第2の鑑別診断は、(A)第1の鑑別診断の精度を検証または確認するために、および/または(B)第1および第2の鑑別診断に基づき第3の鑑別診断を生成するためにステップ1608において使用される。その後、任意選択的ステップ1610~1612が行われ得る。これらのステップは、第1、第2および/または第3の医学的診断を規定する情報および/または被験者の画像、ヒストグラムおよび他の医療関連情報を含む情報を任意選択的に暗号化するステップ、暗号化情報をデータ記憶装置内に格納するステップ、および/または暗号化情報をネットワーク上で伝達するステップを含む。その後、方法1600が終了するまたは他の処理が行われるステップ1614が行われる。

#### 【0059】

いくつかのシナリオでは、本解決策は、病巣周囲鑑別診断ツール内の人工ニューラルネットワークおよび規則ベース知識システムへ拡張され得る。このプログラムは、所与のケースを説明する一組の所見を入力として採ることにより分類を行い、これらの所見について説明する可能性がある特定分類の尤度に各出力が対応する一組の数字を出力として生成する。規則ベース意思決定支援システムは一種の知識ベース臨床意思決定支援システムである。コンパイルされたデータの規則および関連性はほとんどの場合、IF THEN規則の形式を採る。例えば、これが根尖周囲病巣を判断するためのシステムであれば、規則は、「X線透過性<1mmであれば、かつ苦痛が打診に対してあれば、かつ歯周靭帯空間が破壊されていれば、根尖周囲膿瘍である」となる可能性がある。

#### 【0060】

セクション「根尖周囲病巣臨床所見説明」において、各根尖周囲病巣(腫物、肉芽腫お

10

20

30

40

50

よび膿胞)の臨床所見は、段落[0067]-[0070]において提供される定義に見出されるあるテキストにより説明される。このテキストは、臨床所見と患者からの症状とを記述する。これらはX線写真に追加的である。通常、これらの所見はX線写真が撮影される前に文書化される。これらの所見を含む一方で、規則およびX線写真所見を整備することが診断精度を加速し得る。

【0061】

臨床所見の上記テキスト(またはキーワード)は構造化フォーマットまたは非構造化フォーマットのいずれかで記録される。構造化データは高い構成度を有する情報を指す。構造化データは解析するのが容易である。非構造化データは、自由テキストなどの無秩序情報を有する情報を指す。非構造化データは解析するのが困難である。異なる学界は、情報を記録するために異なるフォーマットを使用する。情報が構造化フォーマットで記録されれば、情報を取り出すのは容易である。これらの所見が非構造化フォーマット(自由テキスト)で文書化されれば情報は自然言語処理技術を使用して自動的に抽出され得る。情報が抽出されると、情報はX線写真所見と組み合わせられ、最終診断に達せられ得る。臨床所見およびX線写真所見が集められた後、診断はシステムにより自動的になされることになる。

10

【0062】

本明細書において開示および請求される装置、方法およびアルゴリズムのすべては、本開示に照らして、不必要な実験無しに生成され実行され得る。本発明は好適な実施形態の観点で説明されたが、変形形態が本発明の概念、趣旨および範囲から逸脱することなく装置、方法および同方法のステップのシーケンスに適用され得るということが当業者らに明らかになる。さらに具体的には、「いくつかの部品は、同じまたは同様な結果が実現されるであろう一方で、本明細書で説明された部品に追加され得る、それと組み合わせられ得る、それに置換され得る」ということが明らかになる。当業者らに明らかなすべてのこのような同様な代替実施形態および修正形態は、規定された本発明の趣旨、範囲および概念内に入ると見なされる。

20

【0063】

代替物だけでなく上に開示された特徴および機能もまた多くの他の様々なシステムまたはアプリケーション内に組み込まれ得る。様々な現在予知しないまたは予期しない代替、修正、変形または改良は当業者によりなされ得、それぞれはまた開示実施形態により包含されるように意図されている。

30

【図 1】

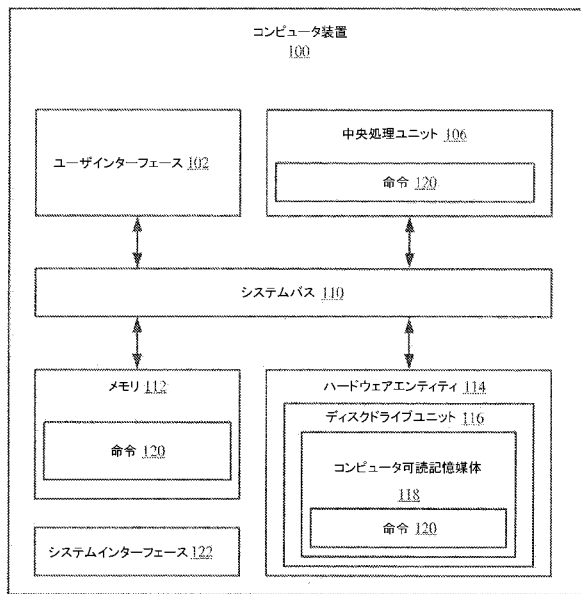


図 1

【図 2】

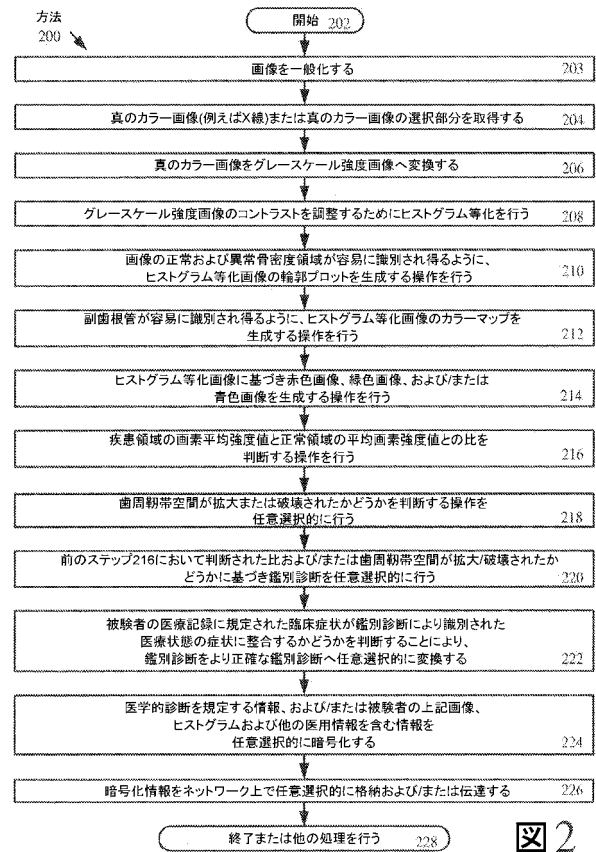


図 2

【図 3】

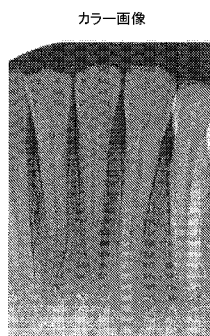


図 3

【図 4】

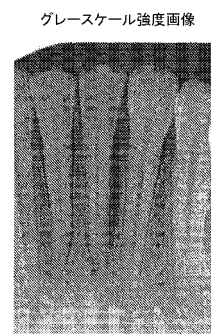


図 4

【 図 5 】

ヒストグラム等価画像

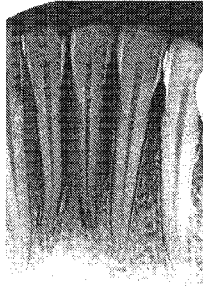


図5

【 図 6 】

ヒストグラム等価画像の  
輪郭プロット

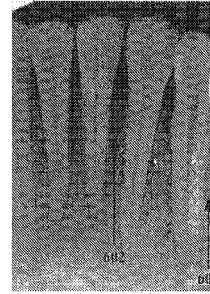


図6

【 図 7 】

ヒストグラム等価画像の  
カラーマップ

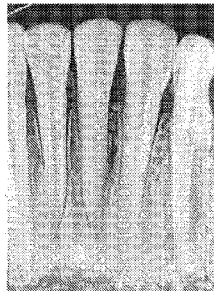


図7

【 図 8 】

緑色画像

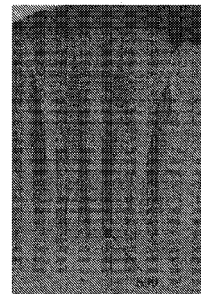


図8



【図 9】

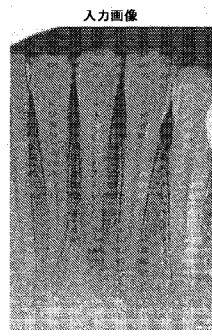


図9

【図 10】

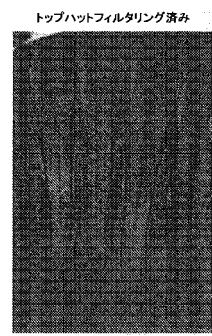


図10

【図 11】

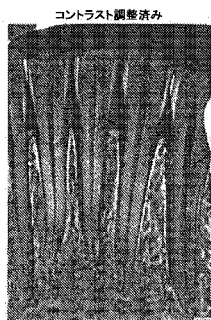


図11

【図 12】

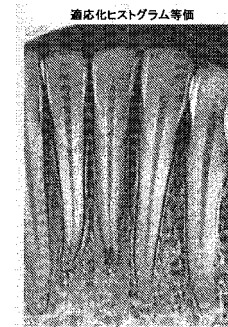


図12

【図13】

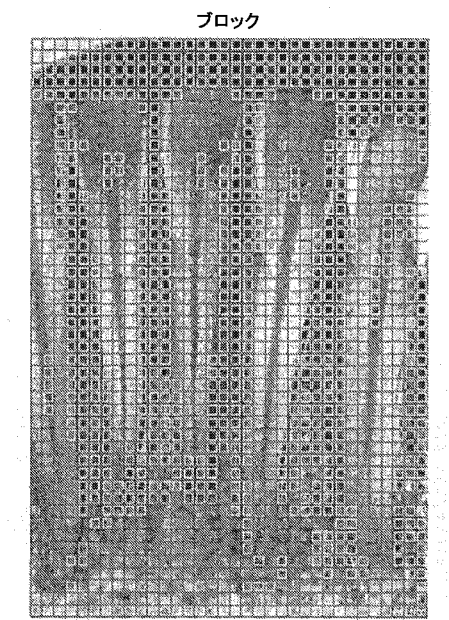


図13

【図14】

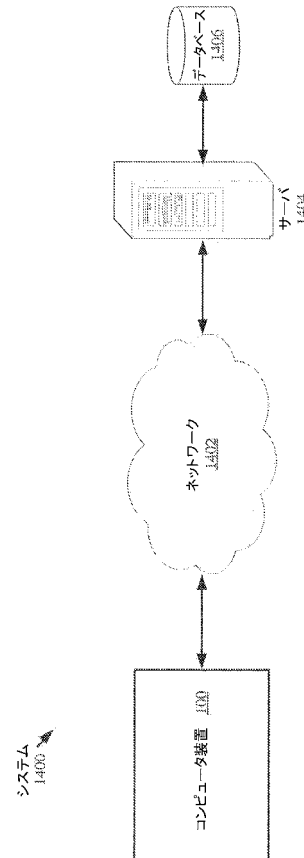


図14

【図15】

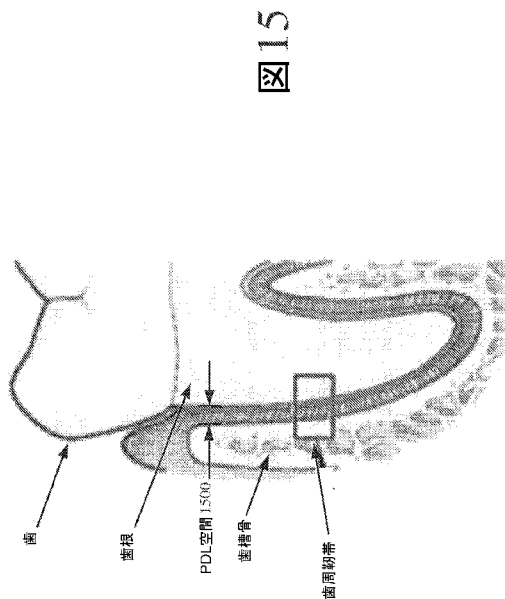


図15

【図16】

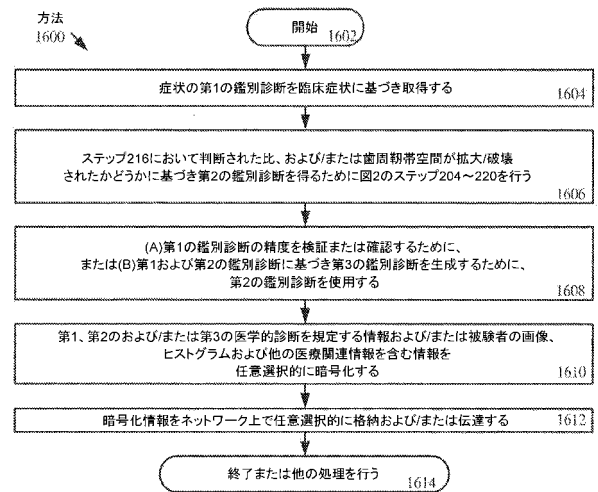


図16

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US16/61615

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - G06T5/40, G06T7/40, A61B6/14, A61B6/00, G06Q50/24 (2017.01) CPC - G06T7/0012, G06T2207/30004, G06T5/40, G06T7/44, A61B5/0059, A61B5/0077, A61B5/0071 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																										
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - G06T5/40, G06T7/40, A61B6/14, A61B6/00, G06Q50/24 (2017.01) CPC - G06T7/0012, G06T2207/30004, G06T5/40, G06T7/44, A61B5/0059, A61B5/0077, A61B5/0071 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, INPADOC Data); Google Scholar; EBSCO; PubMed; diagnos*, disease*, illness*, disorder*, medical* condition*, syndrome*, malady*, inflam*, bone loss, histogram*, equaliz*, contrast*, adjust*, increase*, contrast*, imag*, pictur*, x-ray*, photograph*, JPEG, TIF, PNG, GIF JIF, pixel*, intens*, average*, mean*, ratio*, health*																										
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2004/0209237 A1 (FLEWELLING, R et al.) 21 October 2004 (21.10.2004); Figure 3, paragraph [0060], paragraph [0063], paragraph [0172], paragraph [0179], paragraph [0182], paragraph [0183], paragraph [0367], paragraph [0445], paragraph [0543], paragraph [0598], paragraph [0599], paragraph [0605]</td> <td>1, 5-11, 15-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2014/0316284 A1 (THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY) 23 October 2014 (23.10.2014); paragraph [0048], paragraph [0049]</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2003/0191368 A1 (WANG, T et al.) 09 October 2003 (09.10.2003); paragraph [0003], paragraph [0004], paragraph [0081]</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2010/0023351 A1 (LIFSHITS, G et al.) 28 January 2010 (28.01.2010); paragraph [0032], paragraph [0035], paragraph [0037], paragraph [0039], paragraph [0041], paragraph [0056], paragraph [0057]</td> <td>5-7, 15-17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2006/0195342 A1 (KHAN, M et al.) 31 August 2006 (31.08.2006); paragraph [0050], paragraph [0085], paragraph [0091], paragraph [0099]</td> <td>8, 9, 18, 19</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2014/0068255 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 06 March 2014 (06.03.2014); Figure 2, paragraph [0039], paragraph [0044], paragraph [0045]</td> <td>10, 20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2003/0112921 A1 (LANG, P et al.) 19 June 2003 (19.06.2003); paragraph [0016], paragraph [0042], paragraph [0064], paragraph [0066], paragraph [0067], paragraph [0072], paragraph [0116], paragraph [0125], paragraph [0139]</td> <td>1-4, 11-14</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	US 2004/0209237 A1 (FLEWELLING, R et al.) 21 October 2004 (21.10.2004); Figure 3, paragraph [0060], paragraph [0063], paragraph [0172], paragraph [0179], paragraph [0182], paragraph [0183], paragraph [0367], paragraph [0445], paragraph [0543], paragraph [0598], paragraph [0599], paragraph [0605]	1, 5-11, 15-20	Y	US 2014/0316284 A1 (THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY) 23 October 2014 (23.10.2014); paragraph [0048], paragraph [0049]	1-20	Y	US 2003/0191368 A1 (WANG, T et al.) 09 October 2003 (09.10.2003); paragraph [0003], paragraph [0004], paragraph [0081]	1-20	Y	US 2010/0023351 A1 (LIFSHITS, G et al.) 28 January 2010 (28.01.2010); paragraph [0032], paragraph [0035], paragraph [0037], paragraph [0039], paragraph [0041], paragraph [0056], paragraph [0057]	5-7, 15-17	Y	US 2006/0195342 A1 (KHAN, M et al.) 31 August 2006 (31.08.2006); paragraph [0050], paragraph [0085], paragraph [0091], paragraph [0099]	8, 9, 18, 19	Y	US 2014/0068255 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 06 March 2014 (06.03.2014); Figure 2, paragraph [0039], paragraph [0044], paragraph [0045]	10, 20	Y	US 2003/0112921 A1 (LANG, P et al.) 19 June 2003 (19.06.2003); paragraph [0016], paragraph [0042], paragraph [0064], paragraph [0066], paragraph [0067], paragraph [0072], paragraph [0116], paragraph [0125], paragraph [0139]	1-4, 11-14
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																								
Y	US 2004/0209237 A1 (FLEWELLING, R et al.) 21 October 2004 (21.10.2004); Figure 3, paragraph [0060], paragraph [0063], paragraph [0172], paragraph [0179], paragraph [0182], paragraph [0183], paragraph [0367], paragraph [0445], paragraph [0543], paragraph [0598], paragraph [0599], paragraph [0605]	1, 5-11, 15-20																								
Y	US 2014/0316284 A1 (THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY) 23 October 2014 (23.10.2014); paragraph [0048], paragraph [0049]	1-20																								
Y	US 2003/0191368 A1 (WANG, T et al.) 09 October 2003 (09.10.2003); paragraph [0003], paragraph [0004], paragraph [0081]	1-20																								
Y	US 2010/0023351 A1 (LIFSHITS, G et al.) 28 January 2010 (28.01.2010); paragraph [0032], paragraph [0035], paragraph [0037], paragraph [0039], paragraph [0041], paragraph [0056], paragraph [0057]	5-7, 15-17																								
Y	US 2006/0195342 A1 (KHAN, M et al.) 31 August 2006 (31.08.2006); paragraph [0050], paragraph [0085], paragraph [0091], paragraph [0099]	8, 9, 18, 19																								
Y	US 2014/0068255 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 06 March 2014 (06.03.2014); Figure 2, paragraph [0039], paragraph [0044], paragraph [0045]	10, 20																								
Y	US 2003/0112921 A1 (LANG, P et al.) 19 June 2003 (19.06.2003); paragraph [0016], paragraph [0042], paragraph [0064], paragraph [0066], paragraph [0067], paragraph [0072], paragraph [0116], paragraph [0125], paragraph [0139]	1-4, 11-14																								
<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 06 January 2017 (06.01.2017)		Date of mailing of the international search report <b>27 JAN 2017</b>																								
Name and mailing address of the ISA/US Mall Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774																								

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US16/61615

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/174317 A2 (ST GEORGE'S HOSPITAL MEDICAL SCHOOL) 30 OCTOBER 2014 (30.10.2014); page 23, lines 31-36	2, 12
Y	US 2006/0072799 A1 (MCLAIN, P) 06 April 2006 (06.04.2006); paragraph [0043]	3, 13
Y	US 2012/0148986 A1 (YAN, J et al.) 14 June 2012 (14.06.2012); paragraph [0054]	4, 14

---

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, DJ, 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, KW, 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

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1 . J A V A

Fターム(参考) 5B057 AA07 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12 CB16 CE11 DB02 DB09  
DC23