

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6615131号
(P6615131)

(45) 発行日 令和1年12月4日(2019.12.4)

(24) 登録日 令和1年11月15日(2019.11.15)

(51) Int.Cl.

F 1

A61B 6/00 (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01)A 6 1 B 6/00 3 6 0 Z
A 6 1 B 6/00 3 5 0 P
A 6 1 B 6/00 3 3 3
A 6 1 B 6/03 3 7 0 Z

請求項の数 15 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-574440 (P2016-574440)
 (86) (22) 出願日 平成27年6月25日 (2015.6.25)
 (65) 公表番号 特表2017-518828 (P2017-518828A)
 (43) 公表日 平成29年7月13日 (2017.7.13)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2015/064327
 (87) 國際公開番号 WO2015/197738
 (87) 國際公開日 平成27年12月30日 (2015.12.30)
 審査請求日 平成30年6月20日 (2018.6.20)
 (31) 優先権主張番号 14306025.9
 (32) 優先日 平成26年6月27日 (2014.6.27)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
歐州特許庁 (EP)

(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 アーネー アイン
ドーフェン ハイテック キャンパス 5
High Tech Campus 5,
NL-5656 AE Eindhoven
(74) 代理人 110001690
特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】石灰化した肋軟骨関節の視覚的評価のためのシルエット表示

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

抑制された画像情報を有する領域を含む放射線写真画像を受信するステップと、
 ディスプレイユニット上で、前記放射線写真画像と、前記放射線写真画像上の前記領域
 の位置にスーパーインポーズされるグラフィカルインジケータとを含む増強画像を表示す
 るステップと、
 を含み、

前記グラフィカルインジケータは、前記抑制された画像情報を有する前記領域の少なく
 とも一部の外形のみを含む、画像処理方法。

【請求項 2】

要求に反応して、i) 前記グラフィカルインジケータを、前記放射線写真画像から外れ
 るようにトグルアウトするステップ、若しくは、前記放射線写真画像内に戻るようにトグル
 インするステップ、又は、ii) 前記グラフィカルインジケータの様々なグラフィカル
 レンダリング間でトグリングするステップを含み、前記抑制された画像情報を有する前記
 領域の前記外形は、前記様々なグラフィカルレンダリングの1つである、請求項1に記載
 の方法。

【請求項 3】

前記グラフィカルインジケータの前記様々なグラフィカルレンダリングは、前記抑制さ
 れた画像情報を組み合わされた前記外形を含む、請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

10

20

前記放射線写真画像は、異なる密度の少なくとも2つの部分を有する物体の放射線写真画像であり、前記抑制された画像情報は、高密度を有する前記部分の減衰寄与に対応するか、又は、低密度を有する前記部分の減衰寄与に対応する、請求項1乃至3の何れか一項に記載の方法。

【請求項5】

高密度の前記物体は、骨である、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記画像情報の抑制は、先のセグメンテーション及び完全な放射線写真からの減算に基づいているか、又は、二重エネルギー減算に基づいている、請求項1乃至5の何れか一項に記載の方法。

10

【請求項7】

前記放射線写真画像は、胸部X線写真画像である、請求項1乃至6の何れか一項に記載の方法。

【請求項8】

抑制された画像情報を有する領域を含む放射線写真画像を受信するステップと、

ディスプレイユニット上で、前記放射線写真画像と、前記放射線写真画像上の前記領域の位置にスーパーインポーズされるグラフィカルインジケータとを含む増強画像を表示するステップであって、前記グラフィカルインジケータは、前記抑制された画像情報を有する前記領域の少なくとも一部を示す、前記ステップと、

要求に反応して、i)前記グラフィカルインジケータを、前記放射線写真画像から外れるようにトグルアウトするステップ、若しくは、前記放射線写真画像内に戻るようにトグルインするステップ、又は、ii)前記グラフィカルインジケータの様々なグラフィカルレンダリング間でトグリングするステップと、

20

を含む、画像処理方法。

【請求項9】

前記グラフィカルインジケータの前記様々なグラフィカルレンダリングは、a)前記抑制された画像情報と組み合わされた前記抑制された画像情報を有する前記領域の少なくとも一部の外形、又は、b)前記外形が除外された前記抑制された画像情報を含む、請求項8に記載の方法。

30

【請求項10】

請求項1乃至7の何れか一項、又は、請求項8若しくは9に記載の方法をそれぞれ実行する、画像処理装置。

【請求項11】

要求に反応して、i)前記グラフィカルインジケータを、前記放射線写真画像から外れるようにトグルアウトし、若しくは、前記放射線写真画像内に戻るようにトグルインするか、又は、ii)前記グラフィカルインジケータの様々なグラフィカルレンダリング間でトグリングし、前記抑制された画像情報を有する前記領域の前記外形は、前記様々なグラフィカルレンダリングの1つである、請求項1乃至7に従属する請求項10に記載の画像処理装置。

【請求項12】

40

前記グラフィカルインジケータの前記様々なグラフィカルレンダリングは、a)前記抑制された画像情報と組み合わされた前記外形、又は、b)前記外形が除外された前記抑制された画像情報を含む、請求項11に記載の画像処理装置。

【請求項13】

前記グラフィカルインジケータの前記様々なレンダリングは、a)前記抑制された画像情報を有する前記領域の少なくとも一部の外形のみ、b)前記抑制された画像情報と組み合わされた前記外形、又は、c)前記外形が除外された前記抑制された画像情報を含む、請求項8又は9に従属する請求項10に記載の画像処理装置。

【請求項14】

データ処理ユニットによって実行されると、請求項1乃至7の何れか一項に記載の方法

50

、又は、請求項 8 若しくは 9 に記載の方法のステップをそれぞれ実行するように適応された請求項 10 に記載の画像処理装置を制御する、コンピュータプログラム。

【請求項 15】

請求項 14 のコンピュータプログラムが記憶された、コンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理方法、画像処理装置並びにコンピュータプログラムプロダクト及びコンピュータ可読媒体に関する。

10

【背景技術】

【0002】

特定の努力傾注分野では、インテリジェンスを収集するために、画像情報に依存する。例えば医療科学では、診断は、X線画像に非常に依存する。X線画像は、大まかに言えば、画像を収集するために使用されたX線ビームが吸収された量の分布を図示する被検査物（例えば患者）を横断する投影図を提示する。X線画像の解釈は難しい場合がある。これは、特定の関心構造物が、骨といった非常に吸収性の高い解剖学的構造物の前又は後ろにある場合があるからである。例えば胸部X線検査では、孤立性肺結節（SPN）の存在を、X線画像によって検出することは、よく行われる作業である。当該画像を解釈する作業について、医師の助けとなるように、過去に、幾つかの技術が考案されている。1つのそのような技術は、二重エネルギー減算技術（DES）（例えば本出願人の国際特許公開WO 2011/077334を参照されたい）である。DESでは、（例えば骨といった）高吸収構造物の寄与が抑制された適応画像（時に「ソフト画像」とも呼ばれる）が生成される。これは、非常に吸収性の高い構造物の元の画像における「フットプリント」の存在が、画像解釈を阻害するかもしれないからである。しかし、このような高度技術が利用可能であっても、画像情報の解釈エラーが依然として生じることが観察されている。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

したがって、放射線写真から画像情報を抽出するのにより役立つ方法及び関連の装置の技術のニーズがある。

30

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の目的は、独立請求項の主題によって解決され、更なる実施形態は、従属請求項に組み込まれている。当然ながら、以下に説明される本発明の態様は、本発明の第2の態様、画像処理装置、コンピュータプログラム要素及びコンピュータ可読媒体に等しく適用される。

【0005】

本発明の第1の態様によれば、

抑制された画像情報を有する領域を含む放射線写真画像を受信するステップと、

40

ディスプレイユニット上で、放射線写真画像を、放射線写真画像上にスーパーインポーズされた又は少なくともスーパーインポーズすることが可能なグラフィカルインジケータと共に含む増強画像を表示するステップとを含み、グラフィカルインジケータは、抑制された領域の少なくとも一部の外形のみを含む画像処理方法が提供される。

【0006】

一実施形態によれば、上記方法は、

要求に反応して、i) グラフィカルインジケータを、放射線写真画像から外れるようにトグルアウトするステップ、若しくは、放射線写真画像内に（戻るように）トグルインするステップ、又は、ii) グラフィカルインジケータの様々なグラフィカルレンダリング

50

間でトグリングするステップを含み、抑制された領域の外形は、グラフィカルレンダリングの1つである。

【0007】

一実施形態によれば、様々なグラフィカルレンダリングは、a) 抑制された画像情報と組み合わされた外形、又は、b) 外形が除外された抑制された画像情報を含む。つまり、一実施形態では、グラフィカルインジケータは、特定の関心の解剖学的構造物に関連する（前に抑制されている）実際の画像強度から形成される。

【0008】

つまり、提案される方法は、画像情報が抑制されていることにより、通常は、放射線写真において可視ではない放射線写真内の高密度（又は幾つかの実施形態では低密度）の構造物のフットプリントの（画像平面における）場所及び／又は空間的範囲を視覚的にマークすることを提案する。抑制演算は、時に、本来は接続されている画像構造物を切り離してしまうことがある。提案される視覚的マークアップは、ユーザを、ソフト画像において見える低密度の構造物の別の部分に対して「指示する」又は視覚的に案内する。このようにすると、そうでなければ画像の至るところにクラッタとして表れて、誤解釈を引き起こしてしまう場合がある様々な密度の構造物をより良く視覚的に関連付ける（又は「再接続する」）ことができる。

【0009】

本発明の一実施形態では、グラフィカルインジケータは、画像に対してインタラクティブにトグルイン／トグルアウトし、これにより、特定の構造物（例えばCXRにおける肋骨）の画像信号全体が、インタラクティブに視覚的に評価される。

【0010】

一実施形態によれば、画像は、異なる密度の少なくとも2つの部分を有する物体の画像である。抑制された画像情報は、高密度を有する部分の減衰寄与に対応するか、又は、低密度を有する部分の減衰寄与に対応する。

【0011】

一実施形態によれば、高密度の物体は、骨である。

【0012】

一実施形態によれば、画像情報の抑制は、先のセグメンテーション及び完全な放射線写真からの減算に基づいているか、又は、二重エネルギー減算に基づいている。

【0013】

一実施形態によれば、放射線写真画像は、胸部X線検査である。

【0014】

本発明の第2の態様によれば、

抑制された画像情報を有する領域を含む放射線写真画像を受信するステップと、

ディスプレイユニット上で、放射線写真画像を、放射線写真画像上にスーパーインボーズされたグラフィカルインジケータと共に含む増強画像を表示するステップであって、グラフィカルインジケータは、抑制された領域の少なくとも一部を示す、ステップと、要求に反応して、i) グラフィカルインジケータを、放射線写真画像から外れるようにトグルアウトするステップ、若しくは、放射線写真画像内に戻るようトグルインするステップ、又は、ii) グラフィカルインジケータの様々なグラフィカルレンダリング間でトグリングするステップとを含む更なる画像処理方法が提供される。

【0015】

一実施形態によれば、様々なグラフィカルレンダリングは、a) 抑制された領域の少なくとも一部の外形のみ、b) 抑制された画像情報と組み合わされた外形、又は、c) 外形が除外された抑制された画像情報を含む。

【0016】

本発明の第3の態様によれば、第1の態様による方法を行うように構成される画像処理装置が提供される。

【0017】

一実施形態によれば、画像処理装置は更に、要求に反応して、i) グラフィカルインジケータを、放射線写真画像から外れるようにトグルアウトし、若しくは、放射線写真画像内に戻るようにトグルインするか、又は、ii) グラフィカルインジケータの様々なグラフィカルレンダリング間でトグリングするように構成され、抑制された領域の外形は、様々なグラフィカルレンダリングの1つである。

【0018】

一実施形態によれば、グラフィカルインジケータの様々なグラフィカルレンダリングは、a) 抑制された画像情報と組み合わされた外形、又は、b) 外形が除外された抑制された画像情報を含む。

10

【0019】

本発明の第4の態様によれば、第2の態様による方法を行うように構成される画像処理装置が提供される。

【0020】

一実施形態によれば、画像処理装置は更に、グラフィカルインジケータの様々なレンダリングとして、a) 抑制された領域の少なくとも一部の外形のみ、b) 抑制された画像情報と組み合わされた外形、又は、c) 外形が除外された抑制された画像情報を含むように構成される。

【図面の簡単な説明】

【0021】

20

本発明の例示的な実施形態を、以下の図面を参照して説明する。

【0022】

【図1】図1は、イメージング装置を示す。

【図2】図2は、関心生体構造を示す。

【図3】図3は、関心生体構造の3つの画像を示す。

【図4】図4は、画像情報が部分的に除去又は抑制されている関心生体構造の2つの画像を示す。

【図5】図5は、関心生体構造の画像にスーパーインポーズされたグラフィカルインジケータの異なる実施形態を示す。

【図6】図6は、画像処理方法のフローチャートである。

30

【発明を実施するための形態】

【0023】

図1を参照するに、物体Pの放射線写真RD(X線画像)を収集する収集コンポーネントIMSと、収集された放射線写真の視覚的解析を支援するシステム200とを含むアレンジメント100が示される。

【0024】

画像収集コンポーネントIMSは、X線源XRと、放射線感応検出器Dとを含む。X線源XR及び検出器Dは、例えばガントリ(図示せず)といった機械的構造物内に適切に支持される。画像収集コンポーネントIMSには、C型アームタイプのX線イメージャを含むがこれに限定されず、又は、CT画像装置若しくはX線ベースの放射線写真の収集に適した任意の他の装置を含んでもよい。

40

【0025】

X線源XRは、イメージングセッション中に、X線放射線を放出する。より具体的には、X線ビームXBは、検査領域を通過し、検出器Dの放射線感応面上に衝突する。放射線感応面は、検出器画素p×の1つ以上の列から構成される。X線ビームXBによって横断される検査領域内に、検査台Tがある。検査台Tの上には、(例えば人間又は動物の患者である)イメージングされる試料/物体Pが配置される。別の実施形態では、検査台はないが、患者Pは、X線検査中に、検査領域内に立つことが求められる。

【0026】

正しく位置決めされると、X線ビームは、例えば胸部X線検査(CXR)において人間

50

の胸部である関心領域 R O I において、患者 P を通過する。X 線ビームが試料 P を通過中、X 線ビームは、例えば試料 P 内の物質との吸収相互作用によって、変更される。吸収の度合いは、患者内の吸収係数分布又は密度分布の直接的な尺度である。したがって、X 線ビームの個々の光線は、対応する光線が試料 P を通過する場所に依存して、異なって変更又は吸収される。このように変更された X 線ビームは、次に、患者の反対側に出現し、次に、検出器 D と相互作用する。検出器において検出される強度に依存して、対応する電気的信号が生じ、これらの信号は、次に、D A S (データ収集システム) (図示せず) に渡される。D A S は、当該電気信号を、本質的に、各エントリが画像画素 p × のうちの対応する 1 つの画素によって記録される又は「見られる」画像情報に対応する数のアレイであるデジタル形式 (検出器ローデータとも呼ばれる) に変換する適切な A / D 変換回路を含む。この数のアレイが、X 線画像を形成する。X 線画像は、関心領域 R O I に対して特定の投影方向において収集されたイメージングされた試料の投影図である。(関心領域に対する X 線ビームの中心ビームの方向として取られる) 投影方向は、異なる投影方向に沿った R O I の 1 つ以上の投影画像が収集可能であるように調整可能である。

【 0 0 2 7 】

X 線源 X R によって放出される X 線ビーム X B は、様々な光線から構成されていると考えることができる。より具体的には、また、図 1 に図示されるように、検出器画素 p × に入射する光線 p の例では、画素 p × によって記録される画像情報は、光線 p が患者 P を通過する際に受けた蓄積吸収に対応する。

【 0 0 2 8 】

吸収量は、光線 p が患者内を通過する際に遭遇する物質の種類に依存する。例えば骨といった高密度の物質は、周囲の軟組織よりも多くの吸収をもたらす。図 1 に示されるように、特定の光線 p は、(白色背景として示される) 軟組織と、例えば患者の肋骨 R B といった骨組織 R B とを通過する。図 1 に示されるシナリオは、患者 P の胸部 X 線検査 C X R に対応する。任意の 1 つの画素において記録される全部の吸収は、骨と軟組織との寄与の一時結合と考えられる。例えば C X R といった一部のコンテキストでは有用であるが、吸収を説明するためのこの「二重」軟組織 骨モデルは、簡易化されたものであり、様々な密度の他の物質からの寄与を含むように容易に拡張することができる。例えば軟組織の寄与は、対応する寄与を有する様々な密度の組織等に分解することができる。

【 0 0 2 9 】

ワークステーション W S が、D A S に、通信可能に結合されている。X 線画像は、有線又は無線接続を介して、ワークステーション W S に送信される。ワークステーションにおいて、X 線画像は、後の参照のために記憶されるか、又は、適切な視覚化ソフトウェアによって見るためにレンダリングされ、モニタ M T 上に表示される。

【 0 0 3 0 】

以下において、図 1 のイメージングアレンジメントの動作について、胸部 X 線検査 C X R を例に説明するが、当該アレンジメントは、他の医用又は非医用イメージングコンテキストにおいても恩恵を受けて使用可能であることは理解されるものとする。胸部 X 線検査 (C X R) は、最も一般的に行われる臨床検査の 1 つであり、肺がんの検出及び診断に重要な役割を果たす。がん組織の画定の可能な場所は、孤立性肺結節 (S P N) と呼ばれる病変部のポケットによって形成される。C X R 画像における S P N の検出は、例えば患者の胸郭、鎖骨及び肩甲骨といった重なり合う骨構造物によって複雑にされる難しい臨床的作業である。

【 0 0 3 1 】

非常に大まかに言えば、D A S は、上記数の 1 つ以上のアレイを、1 つ以上の放射線写真 R D として出力する。放射線写真 R D は、次に、フィルタアレンジメント F I L (場合によっては、ワークステーション W S に常駐している) によって処理され、一実施形態では、ソフト画像 S F が生成される。ソフト画像では、骨の寄与が抑制されているか、又は、周囲の軟組織からの寄与のみを維持するようにフィルタリングされている。軟組織画像は、次に、入力ポート I N を介して、以下により詳細に説明される視覚化アレンジメント

10

20

30

40

50

又は装置 I P に転送される。視覚化装置は、軟組織画像 S F を処理して、出力ポート O U T において、グラフィクスディスプレイ G D 又は「増強可能な画像」を出力する。グラフィクスディスプレイ G D 又は「増強可能な画像」は、次に、モニタ M T 上で見るためにレンダリングされる。図 5 に、グラフィクスディスプレイの様々な実施形態が示され、これらの目的も、同様に、以下により詳細に説明される。大まかに言うと、グラフィクスディスプレイは、(図 5 のように)幾つかのグラフィカルインジケータ 5 0 5 ~ 5 1 5 と元の軟組織画像 S F とが組み合わされたものである。グラフィクスディスプレイ G D は、画像情報のより良い解釈を提供する。

【 0 0 3 2 】

フィルタアレンジメント F I L は、二重エネルギー減算 (D E S) イメージングアルゴリズムとして、又は、骨減算イメージング (B S I) アルゴリズムとして実現されてよい。 D E S については、例えば V o c k P 、 S z u c s - F a r k a s Z (2 0 0 9) 「 D u a l e n e r g y s u b t r a c t i o n : p r i n c i p l e s a n d c l i n i c a l a p p l i c a t i o n s 」、 E u r J R a d i o l . 2 0 0 9 年 1 1 月 ; 7 2 (2) : 2 3 1 - 2 3 7 を参照されたい。これは、参照することにより、その全体が本明細書に組み込まれる。 B S I については、例えば S u z u k i K 、 A b e H 、 M a c M a h o n H 、 D o i K (2 0 0 6) 「 I m a g e - p r o c e s s i n g t e c h n i q u e f o r s u p p r e s s i n g r i b s i n c h e s t r a d i o g r a p h s b y m e a n s o f m a s s i v e t r a i n i n g a r t i f i c i a l n e u r a l n e t w o r k (M T A N N E) 」 I E E E T r a n s M e d I m a g i n g 2 0 0 6 年 4 月 ; 2 5 (4) : 4 0 6 - 4 1 6 、又は、本出願人による国際特許公開 W O 2 0 1 1 / 0 7 7 3 3 4 を参照されたい。これらは共に、参照することにより、その全体が本明細書に組み込まれる。

【 0 0 3 3 】

D E S では、異なる X 線エネルギー (通常は、 1 2 0 k V と 6 0 k V) を使用して収集された 2 つの前後方向 (P A) 投影放射線写真の加重減算が使用され、画像内の骨の寄与が推定される。結果として得られる「骨画像」は、次に、元の画像 (高電圧で収集された画像が、通常、元の画像と考えられる) から減算され、ソフト (組織) 画像 S F が生成される。ソフト画像 S F は、時に、 S P N の特定のための解釈がより簡単である。というのは、骨の「フットプリント」が除去又は抑制されているからである。しかし、 D E S イメージングは、適切な収集ハードウェアが利用可能であることを必要とし、更に、画像解釈は、 2 つの必要な画像間の動きによってもたらされるアーチファクト (例えば心臓、筋肉及び / 又は呼吸作用による動き) によって損なわれる。

【 0 0 3 4 】

B S I では、パターン認識アルゴリズムが適用されて、単一の P A 投影放射線写真を使用して「骨画像」が推定される。骨画像は、次に、 D E S イメージングと類似のやり方で、減算されて、ソフト画像 S F が得られる。 B S I のアルゴリズムによるアプローチは、一般に、 2 つのステップ、即ち、 (i) (例えばセグメンテーションによる) 関連の構造物の場所の認識と、 (i i) 画像からの当該構造物の抑制とを含む。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、幾つかの例示的な画像を示す。左ペイン A に、(画像内の肺の左下側における) 孤立性肺結節フットプリントを含む C X R 画像の一例が示される。 B S I アルゴリズムによって推定される関連の「骨」の画像が、中央ペイン B に示される。後続の視覚的評価又は処理のための結果として得られるソフト画像 S F が、右ペイン C に示される。

【 0 0 3 6 】

D E S は依存する二重エネルギーハードウェアが不要であるため、 B S I の方が好適な実施形態ではあるが、本明細書では、 D E S 及び B S I の両方が想定される。

【 0 0 3 7 】

B I S 若しくは D E S の何れかによる、又は、実際には、任意の他の適切なフィルタアレンジメントによる抑制後、ソフト画像 S F は、例えば S P N 検出を目的として、画像解

10

20

30

40

50

釈の専門家によって視覚的に評価される。しかし、本出願人によって、当該ソフト画像のみへの依存は、時に、間違った所見につながる場合があることが見い出されている。これは、ソフト画像内の抑制されていない又は部分的にしか抑制されていない任意の骨構造物が、当該解釈において、エラーを引き起こす可能性があるからである。理論上、2種類のエラーが生じる可能性がある。即ち、(i)誤検出エラー(例えばBSIによって抑制されていない骨のセクションが、SPNと誤解釈されること)、又は、(ii)検出漏れエラー(例えばBSIによって抑制されていない骨のセクションが、SPNにスーパーインポーズされ、病変部の検出を失敗すること)である。

【0038】

10

誤検出所見をしてしまう重要な理由は、特に第1肋骨の胸骨への接続における肋軟骨の石灰化である。石灰化が生じると、この構造物は、(石灰化の程度に依存して)だんだんとX線不透過性となり、したがって、時に、前後方向(PA)画像内に影を生じさせる。図2は、解剖学的状況を示す。(左ペインAにおいてハッチング表示されている)肋軟骨は、個々の肋骨の前端を、胸部の中心において前方にある胸骨に接続する。老年患者では、肋軟骨は石灰化し、CXR画像において、それが検出可能となる。この影響は、(右ペインBにおいてハッチング表示されている)第1肋骨を胸骨に接続する軟骨部において特に目立つ。

【0039】

20

図4は、骨抑制又は除去の不所望な影響を示す。フィルタアレンジメントFILによる処理の前の放射線写真410は、骨の「フットプリント」405(例えばCXRにおける肋骨RBのフットプリント)を含むすべての画像情報を含む。本明細書において使用される場合、「フットプリント」との用語は、関連の構造物の投影図を表す画像部を好都合に簡潔に表す。骨のフットプリント405は、骨部分412(1つの肋骨のみが示されている)と、その石灰化付属部413とから構成される。これらの部分は、共に、(白色背景に示される)周囲の軟組織4よりも高いX線不透過性を有し、肋骨の骨部分412は、石灰化した肋軟骨413よりも高い密度を有し、図面では、異なる度合のハッチングで示されている。放射線写真410にフィルタが適用されると、軟組織画像420が生成される。石灰化した肋軟骨付属部413は、骨部分412よりも低い密度(したがって、低いX線不透過性)を有するので、石灰化した部分413は、ソフト画像420において抑制されないという結果になる。つまり、石灰化した部分413は、ここでは除去されている骨部分412(破線で示される)から「切り離されている」ように見える。つまり、石灰化した軟骨413のフットプリントが、結節として間違って解釈されてしまう危険性がある。これは、その「基準構造物」(即ち、肋骨)が、ここにはないためである。この切り離しによって、石灰化した部分413の残留している、ここでは孤立しているフットプリントは、通常、X線不透過性でプロブ形状の約5~30mmの直径を有することを特徴とするSPNの影と同様の外観を有する「影」をソフト画像420内に生じさせる。

【0040】

30

(例えばソフト画像SFといった)フィルタリングされた画像420に現れるこのような不都合な点に対処するために、本明細書において、一実施形態では、ソフト画像SF上に、1つ以上のグラフィカルインジケータ505、510、515をスーパーインポーズして表示するように動作するビジュアライザVISコンポーネントを有する画像プロセッサIPが提案される。したがって、グラフィカルインジケータは、例えば例えばBSI演算又はDES演算によるフィルタ段中に除去される解剖学的構造の外形505(例えば骨RBのフットプリント)を図示する。ビジュアライザは、例えば抑制又は除去された解剖学的構造物(骨)の外形が、元のソフト画像SF上にスーパーインポーズされた又は少なくともスーパーインポーズすることが可能である「増強された」又は「増強可能な」ソフト画像GDを表示するように動作する。抑制された構造物412の外形の表示は、ソフト画像SFでは見えなくなっている解剖学的基準構造物412の正確な場所を示すことによって、画像を解釈する人が、(例えばSPNといった)潜在的な病変部と、無傷の構造物

40

50

とをより明確に区別できるようにするのに役立つ。例えば実施形態において、ビジュアライザは、抑制された構造物の（再）表示の方法に関して、ユーザインタラクションを可能にするイベントハンドラを含む。例えば除去された構造物 412 の外形又は輪郭は、下にあるソフト画像 SF にインタラクティブに又は自動的に追加され、又は、当該ソフト画像 SF からインタラクティブに又は自動的に除去される。

【0041】

図 5 は、グラフィカルインジケータの様々な実施形態又はレンダリング 505、510 及び 515 を示す。例えばグラフィカルインジケータは、骨のフットプリント 405 といった除去された構造物の外形 505（本明細書では、「輪郭」又は「シルエット」とも呼ぶ）だけをハイライトしてソフト画像 SF 内に表示することによって形成される。或いは、外形 505 は表示されないが、除去された元の画像情報又は強度 510 だけが表示されてもよい。異なる実施形態では、グラフィカルインジケータ 515 は、505 と 510 との組み合わせである。つまり、ハイライトされた外形 505 が、骨構造物フットプリントの内部 510（つまり、抑制された強度）と共に表示される。つまり、グラフィカルインジケータは、ハイライトされた輪郭だけでレンダリングされるか、又は、ハイライトされた輪郭はなしで、前に抑制された骨強度が スーパーインポーズ されて（したがって、もはや抑制されていない状態で）レンダリングされるか、又は、前に抑制された骨強度が、当該骨の周りのハイライトされた輪郭と共に、ソフト画像に スーパーインポーズ されて表示される。簡潔に述べるに、ソフト画像 420 に スーパーインポーズ されるグラフィカルインジケータは、「輪郭のみ」（内部なし）か、輪郭なしの内部のみか、又は、輪郭を有する内部である。

【0042】

次に、図 6 のフローチャートを参照する。図 6 は、上記画像プロセッサ IP によって実施される画像処理方法の様々なステップを説明する。

【0043】

ステップ S605 において、フィルタユニット FIL によって、放射線写真画像 RD が受信及び処理され、一実施形態において、ソフト画像 SF が生成される。ソフト画像 SF において、所定の吸収係数を有する又は（例えばハウズフィールド（Hounsfield）単位で測定される）所定の間隔内の吸収係数を有する構造物 RB の寄与が、元の放射線写真 RD から除去又は抑制される。

【0044】

抑制された像は、他の構造物（例えば周囲の構造物）よりも高い密度を有する構造物の 1 つであってよい。他の構造物の対応する放射線写真フットプリントも同様に、元の放射線写真中に特徴付けられる。ソフト画像 SF を得るためのフィルタリングは、DES 又は BIS といった適切なアルゴリズムを使用することによって達成可能である。しかし、画像情報をフィルタリングする任意の他の適切なアルゴリズムも、本明細書において恩恵を受けて使用可能である。本明細書において使用される場合、「フィルタリング」とは、特に、元の放射線写真の様々な密度のイメージングされた様々な構造物の（全体の吸収に対する）各自の寄与への分解を含む。本明細書においてどのフィルタリングアルゴリズムが使用されようとも、一実施形態において、抑制され、除去された画像情報は、例えば画像のどの部分が変更されたのかを正確に輪郭で示し、正確に画定する画像座標である記述子のセットによって定義されると考えられる。更に、（除去されたフットプリント構造物の寄与に対応する）除去された画像強度自体が、対応する座標と関連付けられて保持され、例えば後の読み出しのために適切なデータ構造物に記憶される。つまり、好適な実施形態において求められているものは、元の画像から除去された画像物体の明白な描写である。例えば BSI アルゴリズムが使用されて、一組の解剖学的構造物の画像内の場所が推定される。このアプローチでは、考慮される構造物（骨）は、それぞれ、「記述子」のセットによって明白に表される。記述子は、例えば重心、角度、輪郭点の場所、中心線の点の場

所、特定の点に関連付けられる半径値等を含む。このアプローチは、例えば、骨の画像が、人工神経ネットワーク（A N N）の動作の反応として得られる前に引用された S u z u k i の参考文献に提示されるアプローチにおける抑制された骨の画像の情報の暗示的な表現とは対照的である。

【 0 0 4 5 】

本明細書では、除去された画像物体の明白な描写を与えるフィルタアルゴリズムがより好適ではあるが、（例えば A N N を介するといったように）フィルタリングを達成するために上記暗示的なアルゴリズムの使用も、本明細書では、幾つかの実施形態において、同様に考えられる。暗示的なアルゴリズムが使用される場合、追加の後処理ステップが適用されて、抑制された画像構造物又は物体の必要な座標ベースの描写が提供される。一実施形態では、上記されたように、抑制された構造物は、骨のフットプリントであり、放射線写真は、胸部 X 線写真である。しかし、当然ながら、これは例示に過ぎず、他の解剖学的構造物又は他のイメージング技術も、本明細書において同様に考えられる。

10

【 0 0 4 6 】

ステップ S 6 1 0 において、ソフト画像は、次に、抑制された画像構造物の前に計算された記述子を読み出すことを可能にする適切な参照情報と共に受信される。記述子は、レポジトリ R P に別箇に記憶されるか、又は、例えば適切に規定された D I C O M フィールドである画像ファイルのヘッダ内にメタ情報として埋め込まれてもよい。しかし、ソフト画像及び 1 つ以上の抑制された物体に関連付けられる記述子の読み出しを可能にする限り、他の実施態様も同様に考えられる。

20

【 0 0 4 7 】

ステップ S 6 1 5 において、視覚化コンポーネント V I S が、スクリーン M T 上にソフト画像 S F を表示し、ソフト画像 S F 上に、正しい位置に、除去又は抑制された画像構造物を示すグラフィカルインジケータ 5 0 5 ~ 5 1 5 を スーパーインポーズ するように動作する。正しい位置は、ソフト画像 S F に関連付けられて記憶されている記述子のセットにアクセスすることによって決定される。

20

【 0 0 4 8 】

グラフィカルインジケータは、図 5 に示されるグラフィカルインジケータのうちの 1 つか、又は組み合わせであってよい。例えばグラフィカルインジケータは、除去された画像構造物のハイライトされた外形 5 0 5 を含む。異なる実施形態では、グラフィカルインジケータは、外縁の外形はなしで外形が描かれる除去された画像強度自体である。又は、図 5 の右ペインに示されるように、上記 2 つが組み合わされ、外形が、除去された画像情報と共に表示される。グラフィカルインジケータ 5 0 5 、 5 1 0 又は 5 1 5 は、ソフト画像上に スーパーインポーズ されて表示される場合、観察者を、ソフト画像内に残った石灰化軟骨部 4 1 3 のこれまでに孤立されてしまっていたフットプリントに「指示する」又は案内するのに適している。このようにして、観察者は、場合によっては疑わしい画像構造物を、今度は表示されている骨又はそのグラフィカルインジケータと容易に関連付けることができ、誤診断をする可能性を回避することができる。スーパーインポーズ された骨インジケータ 5 0 5 ~ 5 1 5 の近接性、又は、骨インジケータ 5 0 5 ~ 5 1 5 が、ソフト画像 S F 内の構造物 4 1 3 に視覚的にフィットする或いはつながる態様は、構造物 4 1 3 が、骨の一部に過ぎないか、又は、実際に関心の病変部若しくは生体構造であるかをユーザが視覚的に確認することを容易に可能にする。一実施形態では、除去された骨部分と石灰化軟骨部 4 1 3 とが隣接していることをより容易に可視とすると、除去された骨部分の全長に沿ってすべての外形を示すことも考えられる。一実施形態では、ユーザの要求に応じて又は自動要求に応じて、表示されているソフト画像に、グラフィカルインジケータを選択的にトグルイン又はトグルアウトすることも考えられる。一実施形態では、グラフィカルインジケータ 5 0 5 、 5 1 0 又は 5 1 5 の何れか 1 つをトグルイン又はトグルアウトすることは、ユーザの要求に応じて実施される。この実施形態では、例えばキーボードイベント K B 、マウスクリックイベント又はタッチスクリーンイベント等といったユーザ発

30

40

50

行イベントを聞くために繰り返し適用されるイベントハンドラが実現される。このようなユーザイベントがインターフェプトされると、方法は、ステップS620において、要求されたグラフィカルインジケータをトグルインするか、又は、現在表示されている場合には、グラフィカルインジケータをトグルアウトする。

【0049】

このようなトグルイン又はトグルアウトイベントのシーケンスは、所望の要求速度で発行される。例えば、マウスクリックイベントを所望の速度で発行することによって、グラフィカルインジケータは、その速度で、スクリーン上に「点滅」しているように見える。これは、観察者が、利用可能な画像情報を効率よく使用することを可能にするので、有利である。例えば、一方では、グラフィカルインジケータのトグルインは、場合によっては疑わしい画像構造物が実際に抑制された構造物の一部であるかどうかを確認するために所望されるが、他方では、構造物が除去されるようにトグルアウトすること（即ち、抑制を再び生じさせる）は、骨構造物の（投影図において）背後又は前にある画像情報に関する表示を解放する。前の関連画像構造物のトグルイン又はトグルアウトのインターラクティブ機能によって、目の前にある解釈作業に依存して、様々な視覚化間で迅速に切り替えることができる。 10

【0050】

図5に示されるような様々なグラフィカルインジケータ表現のうちの所与の1つをトグルイン及びトグルアウトすることが可能であることに加えて、ビジュアライザは更に、マウスクリックの受信に反応して、様々なグラフィカルインジケータのそれぞれを周期的に繰り返すように動作してもよい。 20

【0051】

例えば、第1のマウスクリックが受信された後、図5の左ペインによる表現505が表示される。更なるマウスクリックが、グラフィカル表現510を生じさせ、第3のマウスクリックが、図5の右ペインにある通りに、表現515を生じさせ、第4のマウスクリックは、再び、インジケータ505を表示させる。本明細書では、任意のシーケンスの連続的な表現が考えられ、上記したばかりのシーケンスは、一例に過ぎない。一実施形態では、様々な骨、肋骨の様々なグラフィカルインジケータが、様々な色で若しくは様々な線レンダリングで示されるか、又は、様々な重さで外形が描かれて示される。例えば一実施形態では、左右の肋骨の外形は、緑色及び赤色といった異なる色でレンダリングされる。 30

【0052】

一実施形態では、所望の肋骨の何れか1つ（又は少なくとも複数の所望の肋骨）のためのグラフィカルインジケータが、上記されたように、トグルイン又はトグルアウトされることが考えられる。この実施形態では、各肋骨構造物が、個別にアドレス可能であり、各肋骨構造物は、ソフト画像における当該骨の描写を可能にする対応する記述子を有する。骨又は肋骨の各デザインのグラフィカルインジケータの表示を可能とするために、処理ステップS605において、（元の放射線写真に記録されている通りの）全体の「肋骨樹」を、肋骨405の各自のフットプリントコンポーネントに分解することを可能にするセグメンテーションステップがあることが考えられる。一実施形態では、グラフィカルインジケータは、肋骨のフットプリントのそれぞれ、又は、少なくとも複数の肋骨のフットプリントを、個別に/別箇にセグメント化することに基づいており、これにより、これらは、それぞれ、「アドレス可能」であり、互いとは無関係にトグルイン及びトグルアウトすることが可能である。 40

【0053】

ここでも、肋骨のシナリオは、例示を目的とした一例に過ぎない。

【0054】

フィルタ段において、例えばDESといった非セグメンテーションベースのアルゴリズムが使用される場合、後処理又は追加セグメンテーションステップがあり、これにより、 50

個々の骨構造への分割が達成可能である。

【0055】

上記されたように、グラフィカルインジケータのトグルイン又はトグルアウト、或いは、視覚インジケータの様々なタイプのグラフィカルレンダリングの周期的な繰り返しは、例えばマウスクリック又はキーボードイベントに反応したものである。例えば一実施形態では、例えばチェックボックス又は別のやり方によって、ユーザが所望のグラフィカルレンダリングを指定することを可能にするグラフィカルユーチューフェースが、ソフト画像と共に示される。更に、GUIウィジェットとして配置されるトグルボタンがある。このボタンを繰り返しクリックすると、所望の骨構造の対応するトグルイン又はトグルアウトが生じる。通常、SPNの重大な作業では、第1の肋骨対のみが関心の対象である。
しかし、他の実施形態では、2つ以上の肋骨対がソフト画像内に視覚化可能である。このシナリオでは、ユーザは、どの骨構造物をトグルイン又はトグルアウトしたいのか、又は、どの肋骨のグラフィカルレンダリングを変更することを希望しているのかを、指定することが求められる。一実施形態では、これは、増強可能なソフト画像GDと一緒に、骨画像又は元の放射線写真を表示することによって達成される。元の放射線写真において、又は、骨画像（例えば図3Bを参照されたい）において、ユーザは、所望の肋骨をクリックすることができる。イベントハンドラが、この信号をインターフェースに、クリックされた情報を使用して、クリックされた画像位置を含む対応する肋骨フットプリントを、様々な記述子のセットを使用して、特定する。その後、所望の骨のグラフィカルインジケータが、ソフト画像内に、所望のグラフィカルレンダリングで表示される。当該ソフト画像又は骨画像における更なるクリックによって、グラフィカルインジケータのトグルイン又はトグルアウトが繰り返されるか、又は、図5の通りに、グラフィカルインジケータのグラフィカルレンダリングが変更される。しかし、所望の骨構造物の選択や、そのグラフィカルインジケータのトグルイン若しくはトグルアウト又は変更は、他の方法によっても達成可能である。例えばリスト形式のメニュー選択、又は、人間の胸郭の概略的なピクトグラムを示すことにより達成可能である。ピクトグラムでは、ユーザは、クリック動作によって、視覚化されるべき所望の肋骨を特定することができる。要するに、また、上記説明から理解されるように、提案される装置によって、ユーザは、画像情報を視覚的に及びインタラクティブに検査することができる。元の放射線写真にコード化される様々な画像強度は、元の放射線写真に徐々になるように、（特定量の放射線写真情報を含まない）ソフト画像から、増強画像となるように、自由自在に除去される又は再挿入されることが可能である。
10
20
30

【0056】

一実施形態では、様々なグラフィカルインジケータ505～515のトグルイン若しくはトグルアウト、又は、様々なグラフィカルインジケータ505～515間のトグリングは、ユーザの要求に応じたものではなく、ユーザによって調製可能である又は固定の速度において、画像プロセッサIPによって自動的に発行される要求に応じたものであってよい。

【0057】

当然ながら、ソフト画像を初期画像として使用することは、一例に過ぎない。例えば一実施形態では、ソフト画像で開始するのではなく、例えば骨の寄与のみを含む図3Bの骨画像といった「ハード画像」で開始して、周囲の軟組織の様々な部分の様々なグラフィカルレンダリングのトグルイン若しくはトグルアウト、又は、様々なグラフィカルレンダリング間のトグリングを要求することができる。
40

【0058】

上記二重アプローチは更に、多くの層の様々な画像強度を含むように拡張することもできる。例えば上記において、元の放射線写真は、単に、1つの集合的な軟組織寄与と骨寄与とに分解されている。これを、例えば血管造影画像を、軟組織及び骨組織画像だけでなく、放射線写真が収集された時に画像物体内にあった造影剤の寄与を表す画像にも分解するように拡張することができる。この多層実施形態では、ステップS605におけるフィ
50

ルタ段は、ソフト画像、骨画像又は「ハード」画像を生成するだけでなく、様々な画像の階層又は（その可能なセグメンテーション後に）所望通りに選択的にトグルイン又はトグルアウトされることがそれぞれ可能である様々な画像物体を生成するように動作する。この結果、抑制可能又は除去可能である画像物体のそれぞれは、異なるレベルのX線不透過性の構造物に対応する。これは、異なる吸収率を有する解剖学的構造物のそれぞれに対する吸収寄与から、実際の画像をインタラクティブに溶け合わせる又は形成することを可能にする。一実施形態では、フィルタ段FILは、元の画像信号を様々な吸収寄与に分解するスペクトルイメージングバックエンドを含み、これにより、例えば軟組織画像、骨画像及び「造影剤のみ」の画像が生成される。或いは、異なる量の吸収を引き起こす様々な軟組織にそれぞれ対応する複数の異なるソフト画像が生成されてもよい。一実施形態では、セグメンタが、各画像を、上記されたように画像プロセッサIPによって個別に処理可能である画像物体成分に分割する。提案される装置及び方法は、医用画像ビューアリングワークステーション若しくはX線カメラ収集コンソールの一部として、又は、X線放射線写真の後処理/画像解析を行う若しくはサポートするように構成された任意の他の機器において、恩恵を受けて使用されることが可能である。

【0059】

本発明の別の例示的な実施形態では、適切なシステム上で、上記実施形態の1つによる方法のステップを実行するように適応されていることを特徴とするコンピュータプログラム又はコンピュータプログラム要素が提供される。

【0060】

したがって、コンピュータプログラム要素は、本発明の一実施形態の一部であってもよいコンピュータユニットに記憶される。このコンピュータユニットは、上記方法のステップを行うか、又は、当該ステップの実行を引き起こす。更に、コンピュータユニットは、上記装置のコンポーネントを動作させる。コンピュータユニットは、ユーザの命令を自動的に動作させる及び/又は実行させることができる。コンピュータプログラムが、データプロセッサのワーキングメモリにロードされてよい。したがって、データプロセッサは、本発明の方法を実行するように装備されている。

【0061】

本発明のこの例示的な実施形態は、最初から本発明を使用するコンピュータプログラムと、アップデートによって、既存のプログラムを、本発明を使用するプログラムに変えるコンピュータプログラムとの両方を対象とする。

【0062】

更に、コンピュータプログラム要素は、上記方法の例示的な実施形態の手順を実行するのに必要なすべてのステップを提供することができる。

【0063】

本発明の更なる例示的な実施形態によれば、CD-ROMといったコンピュータ可読媒体が提示され、コンピュータ可読媒体には、コンピュータプログラム要素が記憶され、コンピュータプログラム要素は、先のセクションに説明されている。

【0064】

コンピュータプログラムは、他のハードウェアと共に又は他のハードウェアの一部として供給される光学記憶媒体又は固体媒体といった適切な媒体上に記憶される及び/又は分散配置されるが、インターネット又は他の有線若しくは無線通信システムを介した形態といった他の形態で分配されてもよい。

【0065】

しかし、コンピュータプログラムは、ワールドワイドウェブといったネットワーク上に提示され、当該ネットワークからデータプロセッサのワーキングメモリにダウンロードされてもよい。本発明の更なる例示的な実施形態によれば、ダウンロード用にコンピュータプログラム要素を利用可能にする媒体が提供され、当該コンピュータプログラム要素は、本発明の上記実施形態のうちの1つによる方法を行うように構成されている。

【0066】

10

20

30

40

50

なお、本発明の実施形態は、様々な主題を参照して説明されている。具体的には、方法タイプのクレームを参照して説明される実施形態もあれば、デバイスタイプのクレームを参照して説明される実施形態もある。しかし、当業者であれば、上記及び以下の説明から、特に明記されない限り、1つのタイプの主題に属する特徴の任意の組み合わせに加えて、様々な主題に関連する特徴の任意の組み合わせも、本願によって開示されていると見なされると理解できるであろう。しかし、すべての特徴は、特徴の単なる足し合わせ以上の相乗効果を提供する限り、組み合わされることが可能である。

【 0 0 6 7 】

本発明は、図面及び上記説明において詳細に例示され、説明されたが、当該例示及び説明は、例示的に見なされるべきであり、限定的に見なされるべきではない。本発明は、開示される実施形態に限定されない。開示された実施形態の他の変形態様は、図面、開示内容及び従属請求項の検討から、請求項に係る発明を実施する当業者によって理解され、実施される。

10

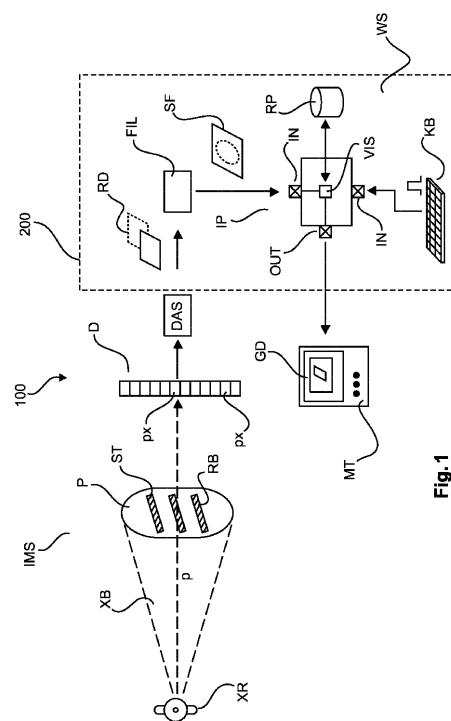
【 0 0 6 8 】

請求項において、「含む」との用語は、他の要素又はステップを排除するものではなく、また、「a」又は「a n」との不定冠詞も、複数形を排除するものではない。单一のプロセッサ又は他のユニットが、請求項に引用される幾つかのアイテムの機能を果たしてもよい。特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されることだけで、これらの手段の組み合わせを有利に使用することができないことを示すものではない。請求項における任意の参照符号は、範囲を限定するものと解釈されるべきではない。

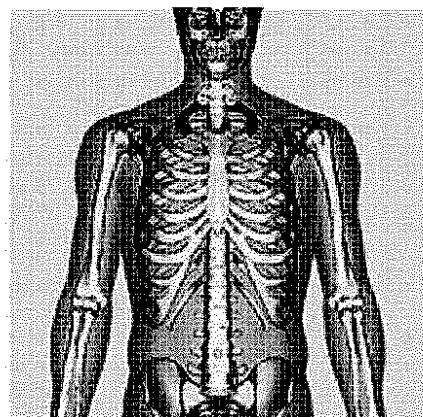
20

〔 1 〕

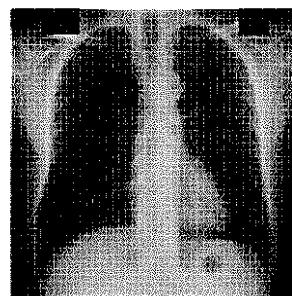
【図2A】



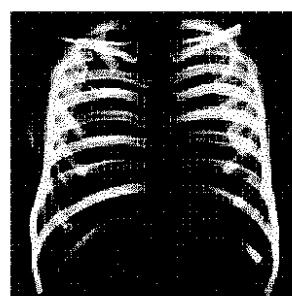
【図2B】

**B**

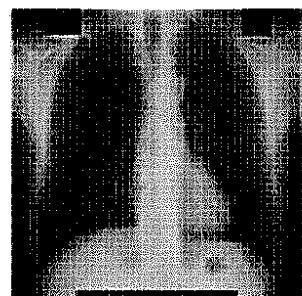
【図3A】

**A**

【図3B】

**B**

【図3C】

**C**

【図4】

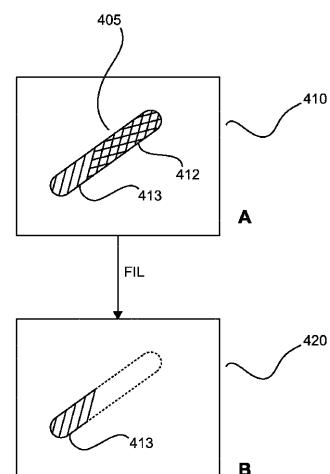


Fig.4

【図5】

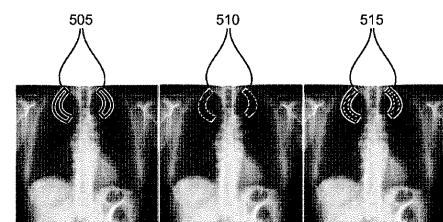


Fig.5

【図6】

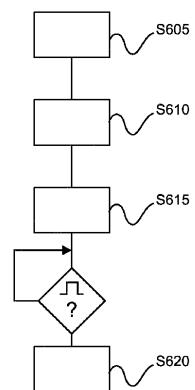


Fig.6

フロントページの続き

(72)発明者 ヨウング スチュワート

オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ヴォン ベルグ ジェンス

オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 フローレント ラウル

オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 レヴィエル クレーア

オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

審査官 松岡 智也

(56)参考文献 特開2006-204498 (JP, A)

特開2011-206240 (JP, A)

米国特許出願公開第2013/0108135 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00 - 6/14