

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 1 部門第 2 区分

【発行日】平成30年6月7日(2018.6.7)

【公表番号】特表2017-510427(P2017-510427A)

【公表日】平成29年4月13日(2017.4.13)

【年通号数】公開・登録公報2017-015

【出願番号】特願2017-505051(P2017-505051)

【国際特許分類】

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

【F I】

A 6 1 B 6/00 3 5 0 D

【手続補正書】

【提出日】平成30年4月20日(2018.4.20)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 5】

関心領域を見つけ次第、外側肺野境界を特定することができる。外側肺野境界は、中部ボーダー、上部ボーダー及び下部ボーダーの三つの部分に分割される。図 1 2 A は、外側肺野境界の大まかな推定が表現された放射線画像 1 2 0 0 を示し、図 1 2 B は、外側肺野境界 1 2 1 6 を示す。外側肺野境界の大まかな推定により、上部ボーダー 1 2 1 0 (長鎖線)、中部ボーダー 1 2 1 2 (実線) 及び下部ボーダー 1 2 1 4 (短鎖線) が生成される。中部ボーダー 1 2 1 2 は、外側肺野領域に直線フィッティング処理を用いることで推定できる。外側肺野領域は、制御点 (例えば、ROI 境界) 及び肺野中心を用いて設定される。なお、外側肺野領域は、ROI 境界から閾値水平距離の領域を有する。閾値距離は、各肺野について、ROI 境界と肺野中心の座標を用いて算出される。様々な向きの直線を、設定された領域の二次微分に当てはめ (フィッティング)、最もフィットする直線を外側肺野境界の中部ボーダー 1 2 1 2 として選択する。上部ボーダー 1 2 1 0 は、上部制御点と中部ボーダー 1 2 1 2 で定義される 上部 肺野領域に直線フィッティング処理を用いて設定される。下部ボーダー 1 2 1 4 は、中部ボーダー 1 2 1 2 の下半分で定義される下部肺野領域に直線フィッティング処理を用いて設定される。そして、図 1 2 B に示すように、上部ボーダー 1 2 1 0 と、中部ボーダー 1 2 1 2 と、下部ボーダー 1 2 1 4 と、をマージすることにより、外側肺野境界 1 2 1 6 が形成される。上部ボーダー 1 2 1 0 と、中部ボーダー 1 2 1 2 と、下部ボーダー 1 2 1 4 と、をマージする技術の一つとしては、大まかに推定された外側肺野境界の行に、ガウス最小二乗法アルゴリズムを適用することが挙げられる。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プロセッサにより放射線画像を受信する工程と、

前記プロセッサにより前記放射線画像内で関心領域 (ROI) 境界を特定する工程と

、

前記プロセッサにより前記 R O I 境界に応じて肺野境界を特定する工程と、  
前記プロセッサにより前記肺野境界をマージして、セグメント化された肺野構造物を生成する工程と、  
を備える肺野セグメンテーション方法。

【請求項 2】

前記 R O I 境界は、左側 R O I 境界と、右側 R O I 境界と、上部 R O I 境界と、一以上の下部 R O I 境界と、中央 R O I 境界と、を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記放射線画像内で R O I 境界を特定する工程は、  
前記放射線画像に描かれた患者の胴体を表す胴体領域を特定する工程と、  
前記胴体領域内の画素輝度値に応じて前記 R O I 境界を特定する工程と、を備え、  
前記 R O I 境界は、左側 R O I 境界と、右側 R O I 境界と、上部 R O I 境界と、一以上の下部 R O I 境界と、中央 R O I 境界と、を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記胴体領域内の画素輝度値に応じて前記 R O I 境界を特定する工程は、  
前記胴体領域内の各列の画素の画素輝度値を合計して、第 1 の水平方向輝度投影ベクトルを算出する工程と、  
前記第 1 の水平方向輝度投影ベクトルに応じて、前記左側 R O I 境界と、前記右側 R O I 境界と、前記中央 R O I 境界と、を特定する工程と、  
前記胴体領域の上部サブ領域内の各行の画素の画素輝度値を合計して、垂直方向輝度投影ベクトルを算出する工程と、  
前記垂直方向輝度投影ベクトルに応じて、前記上部 R O I 境界を特定する工程と、を備え、  
前記胴体領域内の画素輝度値に応じて前記 R O I 境界を特定する工程は、  
前記胴体領域の、前記上部 R O I 境界より下であって、かつ、前記中央 R O I 境界と前記右側 R O I 境界の間である部分を含む右側サブ領域内の輝度値を合計して、第 2 の水平方向輝度投影ベクトルを算出する工程と、  
前記第 2 の水平方向輝度投影ベクトルに応じて右下部 R O I 境界を特定する工程と、  
前記胴体領域の、前記上部 R O I 境界より下であって、かつ、前記中央 R O I 境界と前記左側 R O I 境界の間である部分を含む左側サブ領域内の輝度値を合計して、第 3 の水平方向輝度投影ベクトルを算出する工程と、  
前記第 3 の水平方向輝度投影ベクトルに応じて左下部 R O I 境界を特定する工程と、を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 R O I 境界に応じて肺野境界を特定する工程は、  
前記 R O I 境界によって定義される外側肺野領域、上部肺野領域及び下部肺野領域にエッジ検出を行って、外側肺野境界を算出する工程と、  
内側肺野サブ領域にエッジ検出を行って、内側肺野境界を算出する工程と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記外側肺野境界を算出する工程は、  
前記 R O I 境界と肺野中心に応じて近似される前記外側肺野領域に直線フィッティングを行って、大まかな中部肺野ボーダーを算出する工程と、  
前記上部 R O I 境界と前記大まかな中部肺野ボーダーに応じて近似される前記上部肺野領域に直線フィッティングを行って、大まかな上部肺野ボーダーを算出する工程と、  
前記大まかな中部肺野ボーダーの下部部分によって定義される前記下部肺野領域に直線フィッティングを行って、大まかな下部肺野ボーダーを算出する工程と、  
前記大まかな中部肺野ボーダーと、前記大まかな上部肺野ボーダーと、前記大まかな下

部肺野ボーダーと、をマージして、大まかな外側肺野境界を形成する工程と、を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記外側肺野境界を算出する工程は、

前記放射線画像の一次微分からゼロクロス点を算出する工程と、

中央制御点から閾値距離内のゼロクロス点を含む前記ゼロクロス点のサブセットに直線フィッティングを行って正中線を生成する工程と、

前記放射線画像の前記二次方向微分から水平方向ゼロクロス点を算出する工程と、

前記正中線と、一以上の前記 R O I 境界と、前記大まかな肺野境界と、に基づいて、前記水平方向ゼロクロス点からエッジ候補のサブセットを特定する工程と、

前記エッジ候補のサブセットに直線フィッティングを行って微細な外側肺野境界を生成する工程と、を更に備えることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記内側肺野境界を算出する工程は、

前記放射線画像の二次方向微分からの水平方向ゼロクロス点に応じて、右内側肺野境界を形成する工程と、

前記放射線画像の前記二次方向微分からの傾斜ゼロクロス点に応じて、左内側肺野境界を形成する工程と、を備え、

前記傾斜ゼロクロス点は、水平面と垂直面の間の角度でとられることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 9】

前記傾斜ゼロクロス点に応じて左内側肺野境界を形成する工程は、

左内側肺野サブ領域の一次微分に応じて左マスク領域を算出する工程と、

前記左マスク領域内の前記傾斜ゼロクロス点の中から左エッジ画素を特定する工程と、

前記左エッジ画素に直線フィッティングを行って前記左内側肺野境界を形成する工程と、を備え、

前記水平方向ゼロクロス点に応じて右内側肺野境界を形成する工程は、

右内側肺野サブ領域の一次微分に応じて右マスク領域を算出する工程と、

前記右マスク領域内の前記水平方向ゼロクロス点の中から右エッジ画素を特定する工程と、

前記右エッジ画素に直線フィッティングを行って前記右内側肺野境界を形成する工程と、を備えることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記 R O I 境界に応じて肺野境界を特定する工程は、

前記上部 R O I 境界から閾値距離内で、上に凸な構造を有するエッジ候補を特定して、上部肺野境界を算出する工程と、

前記一以上の下部 R O I 境界から閾値距離内で、上に凸な構造を有するエッジ候補を特定して、下部肺野境界を算出する工程と、を更に備えることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 11】

前記肺野境界をマージして、セグメント化された肺野構造物を生成する工程は、

前記外側肺野境界、前記内側肺野境界、前記上部肺野境界及び前記下部肺野境界をリファインする工程と、

前記リファインされた境界をマージして、前記セグメント化された肺野構造物を生成する工程と、を備えることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

放射線画像を受信する工程と、

前記放射線画像内で骨を検出する工程と、

前記放射線画像内の前記検出された骨を減弱して骨減弱画像を生成する工程と、を備え、

前記検出された骨は、鎖骨、後方肋骨及び前方肋骨のうちの何れか又は何れかの組み合わせを含むことを特徴とする骨減弱方法。

【請求項 1 3】

前記放射線画像内で骨を検出する工程に先立って、前記放射線画像をフィルタ処理する工程を更に備え、

前記放射線画像をフィルタ処理する工程は、

前記放射線画像から明るいオブジェクトを除去する工程と、

前記放射線画像から肺野背景トレンドを除去する工程と、を備えることを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記肺野背景トレンドを除去する工程は、

前記放射線画像内の肺野表面に多項式をフィッティングすることで、フィット肺野表面を生成する工程と、

前記放射線画像から前記フィット肺野表面を減算する工程と、を備えることを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記放射線画像内で骨を検出する工程は、

前記放射線画像にワーピングを行ってワーピング放射線画像を生成する工程と、

前記ワーピング放射線画像にエッジ検出を行って前記鎖骨を検出する工程と、を備え、

前記鎖骨は、前記放射線画像よりも前記ワーピング放射線画像において、より小さい曲率で描かれることを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記放射線画像内で骨を検出する工程は、

前記放射線画像内の鎖骨から角度マップを生成する工程と、

前記角度マップに応じて前記放射線画像にワーピングを行って、第 1 のワーピング放射線画像を生成する工程と、

前記第 1 のワーピング放射線画像に描かれた前記鎖骨に応じて前記角度マップを更新する工程と、

前記更新された角度マップに応じて前記放射線画像に再度ワーピングを行って、第 2 のワーピング放射線画像を生成する工程と、

前記第 2 のワーピング放射線画像にエッジ検出を行って前記鎖骨を検出する工程と、を備え、

前記鎖骨は、

前記放射線画像よりも前記第 1 のワーピング放射線画像において、より小さい曲率で描かれ、

前記第 1 のワーピング放射線画像よりも前記第 2 のワーピング放射線画像において、より小さい曲率で描かれることを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記放射線画像内の鎖骨から角度マップを生成する工程は、

トレーニングデータセットを用いて前記放射線画像内の前記鎖骨に印を付ける工程と、

前記印を付けた放射線画像から角度測定値を生成する工程と、

前記角度測定値から前記角度マップを補間する工程と、を備えることを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記放射線画像内で骨を検出する工程は、

前記放射線画像内の複数の肋骨について複数の異なる角度マップを生成する工程と、

前記肋骨が描かれた前記放射線画像の部分に、前記複数の角度マップのうち対応する角度マップに応じてワーピングを行って、複数のワーピングサブ画像を生成する工程と、

前記複数のワーピングサブ画像にエッジ検出を行って前記肋骨を検出する工程と、を備え、

前記複数の肋骨は、前記放射線画像よりも前記複数のワーピングサブ画像において、より小さい曲率で描かれることを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【請求項 19】

前記肋骨は後方肋骨を含むことを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記肋骨は前方肋骨を含むことを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】

前記検出された骨を減弱する工程は、

前記検出された骨から、前記放射線画像から減弱する一の骨を選択する工程と、

前記選択された骨が描かれた矩形サブ画像を特定する工程と、

前記矩形サブ画像から、肺野領域の外に位置する選択された骨のエッジを切り取る工程と、

前記矩形サブ画像を処理して前記選択された骨の曲率を低減する工程と、

前記処理された矩形サブ画像から骨プロファイルを推定する工程と、

前記放射線画像から前記骨プロファイルを減弱する工程と、を備えることを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【請求項 22】

前記処理された矩形サブ画像から骨プロファイルを推定する工程は、

前記処理された矩形サブ画像から背景信号を除去して背景除去画像を生成する工程と、

前記背景除去画像に描かれた前記選択された骨の上部エッジプロファイルと下部エッジプロファイルを特定する工程と、

前記上部エッジプロファイルと前記下部エッジプロファイルに応じて前記骨プロファイルを推定する工程と、を備えることを特徴とする請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

前記処理された矩形サブ画像又は前記背景除去画像に基づいて、前記選択された骨の骨エッジ信号を推定する工程を更に備え、

前記骨エッジ信号の推定は、前記骨プロファイルの推定とは別に行われることを特徴とする請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

前記処理された矩形サブ画像から前記選択された骨の骨エッジ信号を推定する工程は、

前記処理された矩形サブ画像を、前記選択された骨に垂直な方向よりも前記選択された骨に平行な方向に、より高い周波数でサブサンプリングすることで、前記選択された骨の方向サブサンプルサブ画像を取得する工程と、

前記方向サブサンプルサブ画像から前記骨エッジ信号を推定する工程と、を備えることを特徴とする請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記方向サブサンプルサブ画像から前記骨エッジ信号を推定する工程は、

前記方向サブサンプルサブ画像を形態学的に処理して処理済み方向サブサンプルサブ画像を取得する工程と、

前記処理済み方向サブサンプルサブ画像を平滑化して平滑化方向サブサンプルサブ画像を取得する工程と、

前記平滑化方向サブサンプルサブ画像から前記骨エッジ信号を推定する工程と、を備えることを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

前記処理済み方向サブサンプルサブ画像を平滑化する工程は、

骨エッジから閾値距離外の領域よりも前記骨エッジから前記閾値距離内の領域に対し、より小さいシグマ値を用いて、前記処理済み方向サブサンプルサブ画像の領域を平滑化する工程を備えることを特徴とする請求項 25 に記載の方法。

【請求項 27】

プロセッサにより放射線画像を受信する工程と、

前記プロセッサにより前記放射線画像に肺野セグメンテーションを行って、セグメント化された肺野画像を生成する工程と、

前記プロセッサにより前記セグメント化された肺野画像内で鎖骨を検出する工程と、

前記プロセッサにより前記セグメント化された肺野画像内で肋骨を検出する工程と、

前記プロセッサにより前記検出された骨を前記放射線画像から減弱して骨減弱画像を生成する工程と、

を備える骨減弱方法。

【請求項 28】

前記放射線画像に肺野セグメンテーションを行って、セグメント化された肺野画像を生成する工程は、

前記プロセッサにより前記放射線画像内で関心領域 (ROI) 境界を特定する工程と、

、

前記プロセッサにより前記 ROI 境界に応じて肺野境界を特定する工程と、

前記プロセッサにより前記肺野境界をマージしてセグメント化された肺野画像を生成する工程と、を備えることを特徴とする請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

前記セグメント化された肺野画像内で鎖骨を検出する工程は、

前記セグメント化された肺野画像にワーピングを行ってワーピング画像を生成する工程と、

前記ワーピング画像にエッジ検出を行って前記鎖骨を検出する工程と、を備え、

前記鎖骨は、前記セグメント化された肺野画像よりも前記ワーピング画像において、より小さい曲率で描かれることを特徴とする請求項 27 に記載の方法。

【請求項 30】

前記セグメント化された肺野画像内で肋骨を検出する工程は、

前記放射線画像内の複数の肋骨について複数の異なる角度マップを生成する工程と、

前記肋骨が描かれた前記放射線画像の部分に、前記複数の角度マップのうち対応する角度マップに応じてワーピングを行って、複数のワーピングサブ画像を生成する工程と、

前記複数のワーピングサブ画像にエッジ検出を行って前記肋骨を検出する工程と、を備え、

前記複数の肋骨は、前記放射線画像よりも前記複数のワーピングサブ画像において、より小さい曲率で描かれることを特徴とする請求項 27 に記載の方法。

【請求項 31】

前記肋骨は後方肋骨と前方肋骨を含むことを特徴とする請求項 27 に記載の方法。

【請求項 32】

前記検出された骨を前記放射線画像から減弱して骨減弱画像を生成する工程は、

前記検出された骨を骨毎に減弱する工程を備えることを特徴とする請求項 27 に記載の方法。