

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5694309号
(P5694309)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl. F I
G06T 1/00 (2006.01) G06T 1/00 290A
 A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/00 G

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-516935 (P2012-516935)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成22年6月22日 (2010.6.22)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2012-532364 (P2012-532364A)		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
(43) 公表日	平成24年12月13日 (2012.12.13)	(74) 代理人	100087789
(86) 国際出願番号	PCT/IB2010/052825		弁理士 津軽 進
(87) 国際公開番号	W02011/001328	(74) 代理人	100122769
(87) 国際公開日	平成23年1月6日 (2011.1.6)		弁理士 笛田 秀仙
審査請求日	平成25年6月19日 (2013.6.19)	(74) 代理人	100163809
(31) 優先権主張番号	09164134.0		弁理士 五十嵐 貴裕
(32) 優先日	平成21年6月30日 (2009.6.30)	(72) 発明者	フォン ベルク イェンス
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		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 ビルディング 44
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル画像減算

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも2つの入力画像のデジタル減算画像を生成するシステムであって、
 位置合わせパラメータの異なる値に基づき、前記入力画像の複数の異なる位置合わせを生成する位置合わせサブシステムであって、前記位置合わせパラメータが、前記入力画像において見える対象物の設定された深度を表す、位置合わせサブシステムと、
 前記複数の位置合わせの個別の1つに基づき前記入力画像を減算することにより、複数の減算画像を生成する減算サブシステムと、
 前記複数の減算された画像を組み合わせた減算された画像へと結合する結合サブシステムとを有し、
 前記結合サブシステムが、前記複数の減算画像における対応するピクセル位置の又はこの位置の周りの画素値に基づき、前記結合された減算画像のピクセル位置に対して結合された画素値を割り当てるよう構成され、
 前記結合サブシステムが、前記結合された減算画像のピクセル位置に関して、前記ピクセル位置での局所画像特性に基づき、前記複数の減算画像の1つにおける対応するピクセル位置での画素値を選択するセレクターを有する、システム。

【請求項 2】

前記位置合わせサブシステムが、前記入力画像により表される対象物の固定された回転に基づき、前記入力画像を位置合わせするよう構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記セレクターが、前記ピクセル位置の近接に関する特徴情報に基づき、前記画素値を選択するよう構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記結合サブシステムが、ピクセル位置に関して、前記複数の減算画像の平均画素値を計算し、及び前記結合された減算画像の前記ピクセル位置に対して前記平均画素値を割り当てる平均化サブシステムを有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のシステムを有する医療ワークステーション。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のシステムを有する医療画像取得装置。

10

【請求項 7】

少なくとも 2 つの入力画像のデジタル減算画像を生成する方法において、位置合わせパラメータの異なる値に基づき、前記入力画像の複数の異なる位置合わせを生成するステップであって、前記位置合わせパラメータが、前記入力画像において見える対象物の設定された深度を表す、ステップと、

前記複数の位置合わせの異なる 1 つに基づき前記入力画像を減算することにより、複数の減算画像を生成するステップと、

前記複数の減算画像を結合された減算画像へと結合するステップとを有し、

前記結合するステップが、前記複数の減算画像における対応するピクセル位置の又はこの位置の周りの画素値に基づき、前記結合された減算画像のピクセル位置に対して結合された画素値を割り当てるステップを含み、

20

前記結合するステップが、前記結合された減算画像のピクセル位置に関して、前記ピクセル位置での局所画像特性に基づき、前記複数の減算画像の 1 つにおける対応するピクセル位置での画素値を選択するステップを含む、方法。

【請求項 8】

プロセッサシステムに請求項 7 に記載の方法を実行させる命令を有するコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタル画像減算に関する。

30

【背景技術】

【0002】

減算画像は、フォローアップ画像の間隔変化を視覚化する良好な手段である。この技術は例えば、胸郭 X 線画像に適用されてきた。いくつかの研究は、レポート精度及び速度が、減算画像を用いて増加されることを示す。例えば、剛直でない 2 D 画像レジストレーション法が、対応する生体構造部分を整列配置させるため、現在の画像の減算の前に用いられる。理想的には、間隔変化が発生した場所を除き、減算画像は、ミディアムグレーになるべきである。減算画像における画像アーチファクトに関する最も一般的な理由は、両方の取得の間の患者の姿勢における差である。特に、患者は、画像取得の間に回

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

以下 Shimizu と参照される、A. Shimizu らによる論文「A novel registration method for interval change detection between two chest X-ray images with different rotation angles」、Acad. Radiol. 2006、13:503-511 は、ある位置合わせ技術を開示する。ここでは、X 線像により記録されるすべての X 線吸収が、患者と交差する前頭面において起こったと想定される。この前頭面の位置は、関心陰影深度と呼ばれる。この制約を用いると、患者の姿勢における差を補償し、及び従って、異なる角度から生体構造が撮像される

50

とき、減算画像において発生する場合があるアーチファクトを除去する合成X線撮影画像が構築される。Shimizuらによれば、関心陰影深度が例えば断層撮影といった別の臨床検査から知られるとき、既知の患者の回転及び既知の関心陰影深度に基づき2つの画像を位置合わせすることにより、減算画像が計算され、陰影の間隔変化が、減算画像上で検査される。深度が知られていない又は間隔変化が異なる深度で検出される場合、深度は、継続的に変化され、一連の減算画像が構築及び解釈される。このため、臨床ユーザは、深度パラメータを変化させつつ、減算画像のシーケンスを観測する。

【0004】

少なくとも2つの入力画像のデジタル減算画像を生成する改良型のシステムを持つことが有利である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この懸念をより好適に処理するため、本発明の第1の側面において、システムが提案され、このシステムは、

位置合わせパラメータの異なる値に基づき、上記入力画像の複数の異なる位置合わせを生成する位置合わせサブシステムと、

上記複数の位置合わせの個別の1つに基づき上記入力画像を減算することにより、複数の減算画像を生成する減算サブシステムと、

上記複数の減算画像を結合された減算画像へと結合する結合サブシステムとを有する。

【0006】

上記複数の減算画像が、単一の、結合された減算画像へと結合されるので、エンドユーザは、画像のシリーズではなく、上記結合された減算画像をのみ観測する必要がある。結果的に、減算画像の再調査が、より効率的に実行されることができ、単一の、結合された画像が生成されることができ、これは、アーチファクトの可視性を減らす。

【0007】

上記位置合わせパラメータが、上記入力画像において見える対象物の設定された深度を表すことができる。対象物の深度とは関係なく、画像を整列配置させることができる位置合わせ方法が存在する。その結果、対象物が、実質的には減算画像において見えない。しかしながら、対象物の深度は、未知とすることができる。結果的に、位置合わせ及び減算は、複数の可能な深度に関して実行されることができ、結合された画像における対象物の可視性が許容できるレベルへと減らされるよう、結合サブシステムは複数の減算画像を結合する。

【0008】

上記位置合わせサブシステムが、上記入力画像により表される対象物の固定された回転に基づき、上記入力画像を位置合わせするよう構成されることができ、入力画像により表される対象物の回転の量は、前もって知られることができる。例えば次数及び回転軸の方向がある。例えば、患者は、2つの画像取得の間に所与の次数分回転させることができる。しかしながら、患者の体内における異なる器官又は対象物の深度が異なるので、X線画像において記録される投影器官又は対象物のシフトに関する回転の効果は異なる。深度パラメータを変化させることにより、位置合わせされた及び減算された画像のセットが生成されることができ、この位置合わせ変換は、深度パラメータに基づき各画像において用いられる。このように、複数の減算画像の1つは、対象物の「正しい」深度に基づかれることになり、その対象物に属する減算アーチファクトは、その減算画像において見えないことになる。

【0009】

結合サブシステムは、複数の減算画像において対応するピクセル位置の又はこの周りの画素値に基づき、結合された減算画像のピクセル位置に対して結合された画素値を割り当てよう構成されることができ、このように、組み合わせた減算画像の画素値は、最小のアーチファクトを持つ最適な減算画像情報を提供することができる。これは、複数の画像において対応する画素値を結合することにより実現されることができ、

10

20

30

40

50

【0010】

上記結合サブシステムが、上記結合された減算画像のピクセル位置に関して、上記ピクセル位置での局所画像特性に基づき、上記複数の減算画像の1つにおける対応するピクセル位置での画素値を選択するセレクターを有することができる。このように、画素値は、最少のアーチファクトが見えるその特定の減算画像から選択されることができる。結合された減算画像の異なるピクセル位置に関する異なる画素値は、複数の減算画像における異なる減算画像から取られることができる。

【0011】

上記セレクターが、上記ピクセル位置の近接に関する特徴情報に基づき、上記画素値を選択するよう構成されることができる。斯かる特徴情報は、複数の減算画像の任意の特定の1つにおいてアーチファクトが存在するかどうかに関する情報を提供することができる。これは、アーチファクトのない画像から画素値を選択するのに役立つ。

10

【0012】

上記結合サブシステムが、ピクセル位置に関して、上記複数の減算画像の平均画素値を計算し、及び上記結合された減算画像の上記ピクセル位置に対して上記平均画素値を割り当てる平均化サブシステムを有することができる。平均は、平均(mean)、メディアン、又は類似する要約統計のいずれかとして理解されることができる。こうして、アーチファクトは、平均化されることができる。

【0013】

このシステムは、医療ワークステーションに又は例えばX線装置といった画像取得装置に組み込まれることができる。

20

【0014】

少なくとも2つの入力画像のデジタル減算画像を生成する方法が提供される。この方法は、

位置合わせパラメータの異なる値に基づき、上記入力画像の複数の異なる位置合わせを生成するステップと、

上記複数の位置合わせの異なる1つに基づき上記入力画像を減算することにより、複数の減算画像を生成するステップと、

上記複数の減算画像を結合された減算画像へと結合するステップとを有する。

【0015】

30

コンピュータプログラムは、プロセッサシステムが、記載される方法又はシステムの機能を実行することをもたらす命令を有することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】少なくとも2つの入力画像のデジタル減算画像を生成するシステムのブロックダイアグラムを示す図である。

【図2】少なくとも2つの入力画像のデジタル減算画像を生成する方法のステップを示すフローチャートを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

40

本発明の上述の実施形態、実現及び/又は側面の2つ又はこれ以上が有益と思われる任意の態様で結合されることができる点を当業者であれば理解されるであろう。

【0018】

システムについて上述された修正及び変形に対応する、画像取得装置の、ワークステーションの、方法の、及び/又はコンピュータプログラムの修正及び変形が、本書の記載に基づき当業者により実施されることができる。当業者は、この方法が、例えばX線又は超音波(US)を用いて取得される異なる種類の画像データに適用されることができる点を理解されたい。

【0019】

本発明のこれら及び他の側面が、図面を参照して更に図示及び説明されることになる。

50

【 0 0 2 0 】

図1は、少なくとも2つの入力画像のデジタル減算画像を生成するシステムのブロック図を示す。このシステムは例えば、医療撮像ワークステーションといったコンピュータワークステーションにおいて実現されることができる。代替的に、このシステムは例えば、電子回路といった専用ハードウェアを用いて実現されることができる。このシステムは、医療画像取得装置に含まれることもできる。斯かる場合、医療画像取得装置は、医療画像取得装置自体により取得される入力画像から、及び/又は異なる源からの入力画像から、減算画像を生成することができる。このシステムは、他のエンティティとデータを交換するための通信ポートを持つことができる。例えば、通信ポートは、入力画像を受信し、及び/又は結合された減算画像を格納する、例えばPACSシステムといった画像リポジトリと、このシステムとを接続するネットワーク接続を有する。このシステムは更に、入力画像及び/又は組み合わせた減算画像をユーザに示すディスプレイを有することができる。更に、ユーザがシステムの動作を制御することを可能にするユーザインタフェースが提供されることができる。システムの複数のサブシステムは例えば、ソフトウェアコード又はハードウェア要素を用いて実現されることができる。サブシステムは、特定の機能を実行する任意の手段を有することができる。この図は、例として、2つの入力画像7及び8を示す。しかしながら、より多くの入力画像が提供されることができる。これらの画像は、互いに位置合わせされることができ、及び以下に説明されるサブシステムにより、次々と減算されることができる。

10

【 0 0 2 1 】

位置合わせパラメータ6の異なる値に基づき、このシステムは、入力画像7、8の複数の異なる位置合わせを生成する位置合わせサブシステム1を有することができる。このシステムは更に、複数の減算画像を生成する減算サブシステム2を有することができる。減算サブシステム2は、複数の位置合わせの個別の1つに基づき入力画像を減算することにより、複数の減算画像を生成することができる。このシステムは更に、複数の減算画像を組み合わせた減算画像9へと結合する結合サブシステム3を有することができる。

20

【 0 0 2 2 】

位置合わせパラメータ6は、入力画像7、8において見える対象物の設定された深度を表すことができる。原理上2次元画像は、画像平面に平行な対象物の2つの座標を与える。深度は、対象物の第3の座標に関し、これは画像平面に多かれ少なかれ垂直である。

30

【 0 0 2 3 】

入力画像により表される対象物の固定された回転に基づき、位置合わせサブシステム2は、入力画像7、8を位置合わせするよう構成されることができる。例えば、回転パラメータは、回転の原点以外で与えられる。回転の原点は、位置合わせパラメータ6に基づき決定される。このパラメータは、深度とすることができる。結果的に、複数の位置合わせは、位置合わせサブシステムにより生成される。これらの位置合わせは、(撮像される対象物に対して)異なる回転原点だが、同一の回転値に基づかれることができる。代替的に、位置合わせは、異なる回転角度及び/又は異なる回転方向に基づかれることができる。斯かる場合、回転角度及び/又は回転方向は、位置合わせパラメータ6の一部である。代替的に、位置合わせパラメータは、互いに対する画像の固定並進シフトを示すことができる。

40

【 0 0 2 4 】

複数の減算画像における対応するピクセル位置の又はこの位置の周りの画素値に基づき、結合サブシステム3は、結合された減算画像のピクセル位置に組み合わされた画素値を割り当てるよう構成されることができる。組み合わせた減算画像は、複数の減算画像のピクセルに基づかれるピクセルを持つことができる。結合された減算画像のピクセル位置は、複数の減算画像におけるそのピクセル位置の画素値に基づかれる画素値を割り当てられることができる。結合された減算画像のピクセル位置は代替的に、複数の減算画像におけるそのピクセル位置の周りのピクセル位置の画素値に基づかれる画素値を割り当てられることができる。これは例えば、ピクセル位置の近くにある、複数の減算画像の1つにお

50

る任意のアーチファクトの存在を考慮に入れることを可能にする。斯かるアーチファクトが画像において検出される場合、この画像は、あるとしても、組み合わせた減算画像におけるそのピクセル位置に大きく影響を与えることが許されない。

【 0 0 2 5 】

ピクセル位置での局所画像特性に基づき、結合サブシステム 3 は、結合された減算画像のピクセル位置に関して、複数の減算画像の 1 つにおける対応するピクセル位置での画素値を選択するセレクター 4 を有することができる。例えば、複数の減算画像の中から、ピクセル位置でアーチファクトを持たない 1 つが選択される。斯かるアーチファクトは例えば、ピクセル位置の近くでエッジを検出することにより検出されることができ、エッジが少なければ少ないほど、画像においてアーチファクトが存在する確率が低くなる。代替的に、画像の一部のエントロピーが計算されることができ、低いエントロピーは、よりアーチファクトが少ないことを示すことができる。例えば、ピクセル位置の近接に関する特徴情報に基づき、セレクター 4 は、画素値を選択するよう構成されることができ、

10

【 0 0 2 6 】

結合サブシステム 3 は、ピクセル位置に関して、複数の減算画像の平均画素値を計算し、及び結合された減算画像のピクセル位置に平均画素値を割り当てる平均化サブシステム 5 を有することができる。こうして、すべての減算画像は、減算画像のピクセルの計算において考慮される。上記のセレクター 4 に関して説明されるように、局所特徴情報に基づき、平均は重み付けされることができ、

【 0 0 2 7 】

20

図 2 は、少なくとも 2 つの入力画像のデジタル減算画像を生成する方法を示し、位置合わせパラメータの異なる値に基づき、入力画像の複数の異なる位置合わせを生成するステップ 2 0 1 を有する。この方法は更に、複数の位置合わせにおける異なる 1 つに基づき入力画像を減算することにより、複数の減算画像を生成するステップ 2 0 2 を含む。この方法は更に、複数の減算画像を結合された減算画像へと結合するステップ 2 0 3 を含む。この方法又はその変形例は、プロセッサシステムにこの方法のステップを実行させる命令を有するコンピュータプログラムを用いて実現されることができ、

【 0 0 2 8 】

このシステムは、複数の減算画像、即ち $S(x, y, d)$ に基づき、画像、即ち

$$I'(x,y)$$

30

を見つけるよう構成されることができ、ここで、 x 及び y は画像座標であり、 d は位置合わせパラメータ 6 を表し、

$$I'(x,y)$$

は座標 (x, y) での結合された減算画像の画像強度を表し、及び、 $S(x, y, d)$ は座標 (x, y) での位置合わせパラメータ d に基づかれる減算画像の画像強度を表す。

$$I'$$

は、関数 f に基づき、式

40

$$I'(x_1,y_1)=f(S(x_1,y_1,d))$$

として計算されることができ、その結果、対応するピクセルの強度だけが、複数の減算画像の各々において考慮される。例えば、平均画像は

$$I'_a(x_1,y_1)=\sum_d(S(x_1,y_1,d))$$

であり、又は最小投影画像は

$$I'_m(x_1,y_1)=\operatorname{argmin}_d(\|S(x_1,y_1,d)\|)$$

である。代替的に、

50

I'

は、より一般的な式

$$I'(x_1, y_1) = f(S(x, y, d))$$

を用いて計算されることができ、減算画像の全て又は所与のピクセル

$$\{x_1, y_1\}$$

の周りの減算画像の領域を考慮することができる。例は、例えばパターン強度を考慮することである。これは、ある点の周りのエッジの量に基づかれる。また、正規化項 (regularizing term) が含まれることができる。例えば、平滑性制約条件が、関数 $d_0(x, y)$ に課されることができ、この場合、 $d_0(x, y)$ は、画像の位置合わせパラメータを表す。この画素値は、

$$I'(x, y)$$

に割り当てられ、言い換えると

$$I'(x, y) = S(x, y, d_0(x, y))$$

となる。

【0029】

本発明は、本発明を実行するよう構成されるコンピュータプログラムに、特に担体上又は内のコンピュータプログラムに延在することを理解されたい。このプログラムは、ソースコード、オブジェクトコード、部分的にコンパイルされた中間ソースコード及び中間オブジェクトコードの形式、又は本発明による方法を実現するための使用に適した他の任意の形式とすることができる。斯かるプログラムが、多くの異なる設計上のデザインを持つことができる点も理解されたい。例えば、本発明による方法又はシステムの機能を実現するプログラムコードは、1つ又は複数のサブルーチンに分割されることができる。これらのサブルーチンにおける機能を分散する多くの異なる態様が、当業者には明らかであろう。このサブルーチンは、自己完結的なプログラムを形成するため、1つの実行可能ファイルと一緒に格納されることができる。斯かる実行可能ファイルは、コンピュータ実行可能な命令、例えばプロセッサ命令及び/又はインタプリタ命令(例えばJava(登録商標)インタプリタ命令)を有することができる。代替的に、1つ又は複数又は全てのサブルーチンが、少なくとも1つの外部ライブラリファイルに格納されることができ、及び例えば実行時にメインプログラムに静的に又は動的にリンクされることができる。メインプログラムは、少なくとも1つのサブルーチンへの少なくとも1つの呼び出しを含む。また、サブルーチンは、互いに対する関数呼び出しを有することができる。コンピュータプログラムに関する実施形態は、記載される方法の少なくとも1つにおける処理ステップの各々に対応するコンピュータ実行可能な命令を有する。これらの命令は、サブルーチンに再分割されることができ、及び/又は静的に又は動的にリンクされることができる1つ又は複数のファイルに格納されることができる。コンピュータプログラムに関する別の実施形態は、記載されるシステム及び/又は製品における少なくとも1つの手段の各々に対応するコンピュータ実行可能な命令を有する。これらの命令は、サブルーチンに再分割されることができ、及び/又は静的に又は動的にリンクされることができる1つ又は複数のファイルに格納されることができる。

【0030】

コンピュータプログラムの担体は、プログラムを実行することができる任意のエンティティ又はデバイスとすることができる。例えば、担体は、CD-ROM又は半導体ROMといったROMのようなストレージ媒体、又は例えばフロッピー(登録商標)ディスク又

10

20

30

40

50

はハードディスクといった磁気記録媒体を含むことができる。更に、担体は、例えば電気又は光学信号といった通信可能担体とすることができる。これは、電気又は光学ケーブルを介して又は無線又は他の手段により搬送されることができる。プログラムが斯かる信号において実現されるとき、担体は、斯かるケーブル又は他のデバイス又は手段により構成されることができる。代替的に、担体は、プログラムが埋め込まれる集積回路とすることができる。この集積回路は、関連する方法を実行するよう構成されるか、又は関連する方法の実行に使用されるよう構成される。

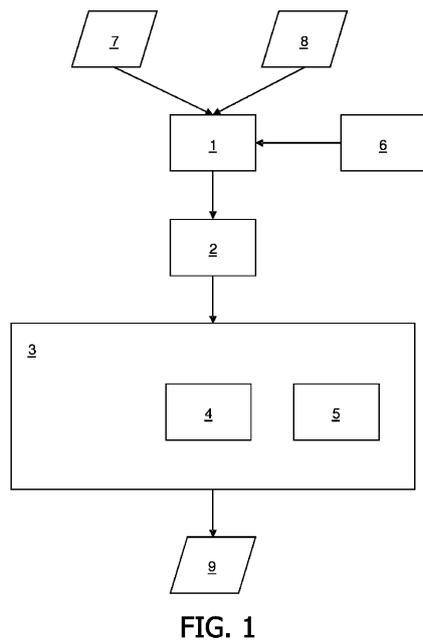
【 0 0 3 1 】

上述された実施形態は本発明を限定するものではなく説明するものであり、当業者であれば、添付された請求項の範囲から逸脱することなく、代替的な実施形態をデザインすることができることになることに留意されたい。請求項において、括弧内に配置されるいかなる参照符号も請求項を限定するものとして解釈されるべきではない。動詞「有する」及びその共役の使用は、請求項において述べられる要素又はステップ以外の要素又はステップの存在を排除するものではない。ある要素に先行する「a」又は「an」という語は、斯かる要素が複数存在することを除外するものではない。本発明は、複数の個別の要素を有するハードウェアを用いて、及び適切にプログラムされたコンピュータを用いて実現されることができる。複数の手段を列挙するデバイスクレームにおいて、複数のこれらの手段がハードウェアの1つの同じアイテムにより実現されることができる。特定の手段が相互に異なる従属項に記載されるという単なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利に使用されることができないことを示すものではない。

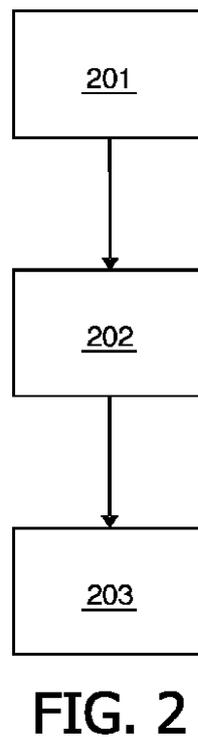
10

20

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

審査官 片岡 利延

(56)参考文献 特開2005-087727(JP,A)

特開平02-100583(JP,A)

松尾 良恵、清水 昭伸、小畑 秀文、被写体の回転角度が異なる2枚の胸部X線像からの経時変化検出法の提案と評価、電子情報通信学会論文誌、社団法人電子情報通信学会、2004年1月、(J87-D-II) 第1号

A SHIMIZU, REGISTRATION METHOD FOR INTERVAL CHANGE DETECTION BETWEEN TWO CHEST X-RAY IMAGES 以下備考、INTERNATIONAL CONGRESS SERIES ON COMPUTER ASSISTED RADIOLOGY AND SURGERY、2004年6月、V1268, P917-922, WITH DIFFERENT ROTATION ANGLES

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00

A61B 5/00