

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

医療用システムであって：

患者の体内に案内される医療用機器；

前記医療用機器の二次元 X 線画像を取得するための X 線取得手段；

前記医療用機器の三次元 X 線画像を取得するための X 線取得手段；

超音波プローブを用いて前記医療用機器の三次元画像データセットを取得するための超音波取得手段；

前記 X 線取得手段の基準において前記超音波プローブの位置決めを行うための手段；

三次元画像データセットにおいて前記医療用機器の周りの関心のある領域を選択する手段であって、前記超音波取得手段の基準において前記の関心のある領域の第一位置決めを規定する、手段； 10

超音波プローブの前記位置決めを用いて、X 線取得手段の前記基準において前記関心のある領域の第二位置決め、超音波取得手段の前記基準において前記関心のある領域の前記第一位置決めを変換するための手段；並びに

前記関心のある領域に含まれる三次元超音波データ及び前記二次元 X 線画像が前記第二位置決めを用いて結合される前記医療用機器のバイモーダルな表示を生成する且つ表示するための手段；

を有することを特徴とする医療用システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の医療用システムであって、関心のある領域を選択するための前記手段は、前記医療用機器の一部が含まれる基準面を規定するように意図されている、ことを特徴とする医療用システム。 20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の医療用システムであって、前記関心のある領域は、前記基準面に対して前記 3 D 超音波データセットをサンプリングすることにより得られる 2 D 超音波画像である、ことを特徴とする医療用システム。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の医療用システムであって、前記関心のある領域は、前記基準面の後ろにある 3 D 超音波サブセットをクロッピングすることにより又は前記基準面のあたりに形成されたスラブをクロッピングすることにより得られる、ことを特徴とする医療用システム。 30

【請求項 5】

請求項 4 に記載の医療用システムであって、前記生成手段は、前記 3 D 超音波データセットにおける前記関心のある領域のボリュームレンダリングされたビューを生成するように意図されている、ことを特徴とする医療用システム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の医療用システムであって、前記プローブ位置決め手段は、前記超音波プローブに備えられているアクティブローカライザを位置決めするように意図されている、ことを特徴とする医療用システム。 40

【請求項 7】

請求項 1 に記載の医療用システムであって、前記超音波プローブは、少なくとも 3 つのアライメントされていない及び相互に依存する放射線不透過性マーカを備え、前記位置決め手段は、前記基準における第一オリエンテーション角を有する少なくとも第一 2 D X 線画像において前記マーカを位置決めするように意図されている、ことを特徴とする医療用システム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の医療用システムであって、前記前記位置決め手段は、前記基準における第二オリエンテーション角を有する第二 2 D X 線画像において前記マーカを更に位置決めするように意図されている、ことを特徴とする医療用システム。 50

【請求項 9】

請求項 1 に記載の医療用システムであって、前記選択手段は、前記 3 D 超音波データセットの前記関心のある領域において前記医療機器を検出するための手段を有し、前記生成手段は、2 D X 線画像における対応するポイントの X 線強度値を前記バイモーダルな表示において前記検出された医療用機器のポイントに与えるように意図されている、ことを特徴とする医療用システム。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の医療用システムであって、前記 3 D 超音波データセットにおける壁組織領域をセグメント化するための手段及び前記生成手段は、前記関心のある領域の前記対応するポイントの前記超音波強度値を前記壁組織領域に属するポイントに与えるように意図されている、ことを特徴とする医療用システム。 10

【請求項 11】

請求項 1 に記載の医療用システムであって、前記 X 線取得手段はライブの二次元 X 線画像を与え、且つ前記超音波取得手段はライブの三次元超音波データセットを与えるように意図されている、ことを特徴とする医療用システム。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の医療用システムであって、前記位置決め手段を定期的にトリガするための制御手段を有する、ことを特徴とする医療用システム。

【請求項 13】

請求項 11 に記載の医療用システムであって、現時点で取得された現三次元超音波データセットと前時点で取得された前三次元超音波データセットとの間の動きを補償するための手段を有する、ことを特徴とする医療用システム。 20

【請求項 14】

患者の体内に医療用機器を案内する方法であって：

X 線取得システムを用いて、前記医療用機器の二次元 X 線画像を取得する段階；

前記超音波プローブを用いて、前記医療用機器の三次元超音波データセットを取得する段階；

前記 X 線取得システムの基準において前記超音波プローブの位置決めを行う段階；

前記 3 D 超音波データセットにおいて前記医療用機器の関心のある領域を選択し、超音波取得手段の基準において前記の関心のある領域の第一位置決めを行う段階； 30

前記の X 線取得システムの基準において第二 X 線位置決め前記の 3 D 超音波データセットの基準における前記第一位置決めを変換する段階；及び

前記医療用機器のバイモーダルな表示を生成し且つ表示する段階であって、前記関心のある領域に含まれる 2 D X 線画像及び 3 D 超音波データの両者が前記第二位置決めを用いて組み合わされる、段階；

を有することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、患者の体内に案内される医療用機器を有する医療用システム及び前記医療用機器を可視化するための手段に関する。本発明は又、前記システムにおいて用いられる方法に関する。本発明は、例えば、電気生理学的侵襲処置中に患者の心臓の内側にカテーテルを案内するためのアプリケーションに適用される。 40

【背景技術】

【0002】

医療用機器が患者の体内に案内されなければならない臨床応用は広く採用されてきた。心臓病の手術のための最小限の侵襲的な方法における関心の高まりは、医師が心臓の内側又は外側の所定位置に医療用機器を案内することを可能にする方法及び装置の開発を必要としている。電気生理学においては、例えば、電気パルスを測定するため又は壁組織を焼くために、心室又は心房壁の複数の所定位置にカテーテルを案内することが必要である。 50

米国特許第六，５８７，７０９号明細書において、患者の体内に医療用機器を案内するためのシステムについて開示されている。そのようなシステムは、超音波プローブを用いて、ライブの三次元画像データセットを取得する。ライブの三次元画像データセットを取得する有利点は深さ方向の情報を得ることである。ライブの三次元画像データモダリティを用いる有利点は、周囲の組織が可視的であり、そのことは、医師による医療用機器の案内を容易にする。そのシステムは、三次元画像データセットにおいて医療用機器を位置決めするための位置決め手段を更に有する。そのような位置決めは、面を画像化して自動選択することを可能にし、そのことは、少なくとも医療用装置の部分を含んでいる。それ故、手動で超音波プローブの位置を再調整する必要はない。

【０００３】

10

そのような三次元画像データセットの第一の短所は、三次元画像データセットは狭い視野を有することであり、カテーテルの導入及び位置決めによっては関連の患者の体の全部の部分をカバーすることができないことである。それ故、全体の処置中にカテーテルを案内するために、超音波プローブは何回か移動される必要がある。各々の移動において、カテーテルの位置は超音波プローブ位置に対して相対的に測定されるため、侵襲的空間の基準内に超音波プローブを位置付ける手術前段階が必要である。そのような手術前段階は侵襲的処置を遅らせる又は複雑にする。

【０００４】

超音波イメージングモダリティの第二の短所は低分解能であることである。それ故、取得される三次元超音波データセットにより、許容できる品質を有するカテーテル及びその周囲の画像を得ることはできない。

20

【０００５】

超音波イメージングモダリティの第三の短所は、胸郭が超音波走査を妨げ、利用できる画像を出力することができない患者の体の一部の部位が存在することである。

【特許文献１】米国特許第６，５８７，７０９号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明の目的は、それ故、患者の体内に医療用装置を案内するための医療用システムであって、全体の処置を通して医療用機器及びその周囲の組織の改善された可視性を与える医療用システムを提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【０００７】

このことは、次の構成要素を有する医療用システムにより達成される。

- 患者の体内に案内される医療用機器
- 前記医療用機器の二次元Ｘ線画像を取得するためのＸ線取得手段
- 超音波プローブを用いて前記医療用機器の三次元画像データセットを取得するための超音波取得手段
- 前記Ｘ線取得手段の基準において前記超音波プローブの位置決めを行うための手段
- 三次元画像データセットにおいて前記医療用機器の周りの関心のある領域を選択する手段であって、前記超音波取得手段の基準において前記の関心のある領域の第一位置決めを規定する、手段
- 超音波プローブの前記位置決めを用いて、Ｘ線取得手段の前記基準において前記関心のある領域の第二位置決め、超音波取得手段の前記基準において前記関心のある領域の前記第一位置決めを変換するための手段
- 前記関心のある領域に含まれる三次元超音波データ及び前記二次元Ｘ線画像が前記第二位置決めを用いて結合される前記医療用機器のバイモーダルな表示を生成する且つ表示するための手段

40

本発明を用いて、バイモーダルな表示が提供され、そのバイモーダルな表示において、二次元（２Ｄ）Ｘ線データ及び三次元（３Ｄ）超音波データが結合される。２ＤＸ線デー

50

タは、良好な可視性及び医療用機器及び骨格の高分解能を与える。２ＤＸ線データは又、大きい視野の恩恵を受け、電気生理学的処置により関連する患者の体の全体の領域の可視化を可能にする。

【０００８】

好適には、バイモーダルな表示は、２ＤＸ線画像に基づいて生成される。この２ＤＸ線画像において、３Ｄ超音波データセットの選択された関心のある領域において対応するポイントを含むポイントのＸ線強度値の全てが超音波強度値により結合される。

【０００９】

前記の関心のある領域を選択するための手段は、前記医療用機器の一部を含む基準面を規定するように意図されている。本発明の第一実施形態においては、関心のある領域は、例えば、Ｘ線取得手段のオリエンテーションに対して垂直であり、壁組織と接している状態にある医療用機器の先端を有する前記基準面に含まれる。それ故、バイモーダルな表示を生成するための手段は、Ｘ線取得手段の基準において基準面座標において３Ｄ超音波データセットにより得られる２Ｄ超音波画像と２ＤＸ線画像を結合するように意図されている。本発明の第一実施形態の第一の有利点は、それが非常に簡単であることである。第二の有利点は、医療用機器及びその周囲を閉塞させる何れの超音波データは取り除かれることである。

10

【００１０】

代替として、選択手段は、３Ｄ超音波データセットの関心のある領域において医療用機器を検出するための検出手段を有する。そのような検出は、例えば、細長い形状を改善且つ閾値化するためのフィルタ等の画像処理技術を用いることにより自動的に達成される。バイモーダルな表示においては、検出される医療用機器に属す２ＤＸ線画像のポイントのＸ線強度値は、有利であることに、不変のまま保たれる。第一の有利点は、バイモーダルな表示がＸ線取得手段により与えられる医療用機器の高分解能の恩恵を受けることである。

20

【００１１】

この検出の第二の有利点は、それが、画像処理技術に基づき、何れの特定の医療用機器を必要としないことである。医療用機器が各々の新しい患者のために変えられる必要があることを考慮すると、本発明に従ったシステムの他の有利点は、少額でない費用削減を可能にすることである。

30

【００１２】

この検出の第三の有利点は、それが医療用機器の先端の位置決めを与えることである。この位置決めは、バイモーダルな表示と組み合わせられ、心腔壁の電氣的活性化マップの生成を支援することが可能である。実際には、そのような処置においては、医療用機器は、心腔壁において電気パルスを測定するためのセンサを用いてその医療用機器の先端に備えられてカテーテルである。ユーザは、カテーテルが心腔壁と接する状態にあるとき、センサを活性化することができる。カテーテルの現位置において電気パルスの測定が実行される。本発明に従ったシステムにより与えられるカテーテルの位置決めは、前記源位置に対応するポイントの位置及び電氣的活性化マップにおける前記電氣的測定を与える。バイモーダルな測定を可視化することにより、ユーザは、現測定ポイントと前測定ポイントとの間の距離を評価する可能性を有する。それ故、本発明に従ってシステムは、高速で、一様なそして完全な心腔壁のマッピングを容易にする。

40

【００１３】

本発明の第二実施形態においては、本発明に従ったシステムは、３Ｄ超音波データセットにおける壁組織領域をセグメント化するための手段を更に有する。それ故、２ＤＸ線画像において、前記壁組織領域に属すポイントのＸ線強度値のみが、対応する超音波強度値と組み合わせられる。それ故、バイモーダルな表示は、心腔壁内側のＸ線強度値及び心腔壁外側及び内部の超音波強度値を過剰化する。バイモーダルな表示が局所的に利用可能である最良の情報の恩恵を受けることができることは有利である。

【００１４】

50

本発明の第三実施形態においては、関心のある領域は、３Ｄ超音波データセットの３Ｄサブセットであり、Ｘ線方向に沿った基準面の後ろにあるか又は、その基準面のあたりでスラブを構成する。前記の選択された関心のある領域に含まれる３Ｄ超音波データのボリュームレンダリングされたビューが与えられる。パイモダルな表示は、ボリュームレンダリングされたビューにおける対応するポイントの強度値と２ＤＸ線投影のポイントの強度値を組み合わせることにより構築される。周囲の組織の透視ビューを与えることは有利である。

【００１５】

本発明に従ったシステムは、リアルタイムに２ＤＸ線画像及び３Ｄ超音波データセットを取得することができる。それ故、医療用機器は、各々の新しい２ＤＸ線画像及び３Ｄ超音波データセットにおいて追従されることができる。 10

【００１６】

本発明の第四実施形態においては、そのシステムは、プローブ位置決め手段を定期的トリガするための制御手段を有する。実際には、Ｘ線取得手段の基準内で超音波プローブの位置は、臨床処置の間に呼吸運動のような患者の外部の動きにより変化され得る。それ故、超音波プローブの位置決めは定期的に更新される必要がある。

【００１７】

本発明の第五実施形態においては、そのシステムは、時間 $t-1$ において取得された前３Ｄ超音波データセットに対して時間 t において取得された現３Ｄ超音波データセットの動きを評価し且つ補償するための手段を有する。超音波プローブの小さい変位がプローブ位置決め手段を用いることなく、それ故、ライブの医療用機器の可視化を中断することなく、補正されることができることは有利である。 20

【００１８】

本発明の上記の及び他の特徴については、以下に記載している実施形態を参照することにより明らかになり、理解することができるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

本発明は、患者の体内に医療用機器を案内するためのシステムに関する。そのようなシステムは、心臓病を診断及び治療するために、心腔内にカテーテルを案内するために特に適合されるが、より一般には、例えば、針のような、患者の体内に何れの他の医療用機器を案内するために用いられることができる。 30

【００２０】

図１は、患者用テーブル２に横たわらされている患者１であって、その患者の象徴的に表されている心臓３は体内に導入されているカテーテルによる処置を受ける、患者１を模式的に示している。そのシステムは、患者の体の２ＤＸ線画像を取得するための手段５を有する。前記Ｘ線取得手段は、焦点Ｘ線源６と検出器７とを有する。有利であることに、*cath lab room*においては常にそうであるように、それらのＸ線取得手段５はＣ字型アームシステムである。そのようなＣ字型アームシステムの有利点は、既知のオリエンテーション角において患者の複数の２ＤＸ線画像を生成するように患者の体の周りの回転運動を有することができることである。 40

【００２１】

本発明に従ったシステムは、超音波プローブ９から３Ｄ超音波データセットを取得するための手段８を更に有し、その超音波プローブは、患者の体に位置付けられ且つ固定手段、例えば、ベルト１０又は定位固定アームにより固定されている。２ＤＸ線画像及び３Ｄ超音波データセットの両者はリアルタイムに取得され、そのことは、超音波プローブが患者の体内に案内されるとき、医療用機器のライブの可視化を可能にする。

【００２２】

Ｘ線取得手段５は、以下、Ｘ線基準と呼ぶ座標基準（ O, x, y, z ）に関連付けられ、その座標基準において、焦点Ｘ線源６及び検出器７の幾何学的構成は既知である。Ｘ線基準（ O, x, y, z ）は、Ｃ字型アームではなく、Ｘ線取得手段の固定部に結びつけら 50

れている。それ故、C型アームのオリエンテーションは前記X線基準において表されることが出来る。しかしながら、X線取得手段の幾何学的構成はC型アームの特定の位置に依存する。

【0023】

本発明に従ったシステムは、X線基準(O, x, y, z)の範囲内で超音波プローブ9を位置決めするための手段11と、3D超音波データセットにおける医療用機器の周りの関心のある領域を選択するため及び超音波取得手段のX線基準(O, x, y, z)の範囲内で関心のある領域の第一位置決め L_{oc1} を与えるための手段12と、X線基準(O, x, y, z)の範囲内で関心のある領域の第二位置決め L_{oc2} にX線基準(O, x, y, z)範囲内で関心のある領域の第一位置決め L_{oc1} を変換するための手段13と、関心のある領域に含まれ且つ第二位置決め L_{oc2} により位置決めされた3D超音波データと2DX線画像からのデータを組み合わせることによりバイモーダルな表示BIを生成するための手段とを更に有する。そのバイモーダルな表示BIはスクリーン15に表示される。

10

【0024】

図2を参照するに、プローブ位置決め手段11は、第一方法においては、当業者に周知である、超音波プローブ9に備えられているアクティブローカライザ16に基づいている。前記アクティブローカライザ16、例えば、RFコイルは、患者の体の下に位置付けられ且つ、例えば、患者用テーブルに一体化されているRF受信ユニット17にRF信号を送信するように意図されている。RF受信ユニットは、既知の基準、例えば、X線取得手段5の基準(O, x, y, z)における超音波プローブ9の位置を測定するための測定手段18に受信された信号を送信する。アクティブローカライザ16は二次元であり、超音波プローブの位置及びオリエンテーションの正確な測定が計算されるような方法で超音波プローブ9において位置付けられる必要があることに留意する必要がある。LEDベースの光学ローカライザが又、用いられることが可能であることに留意する必要がある。この第一方法の第一有利点は、その第一方法により超音波プローブの正確な位置決めを行うことができることである。その方法の第二有利点は、リアルタイムに実行され、それ故、臨床処置の間、トリガされることが出来ることである。

20

【0025】

図3に示すプローブ位置決め手段11の第二方法においては、超音波プローブ9は、少なくとも3つの非アライメント相互依存性のX線不透過性マーカ M_1 、 M_2 及び M_3 を備えているベルト10を装着している患者1の体の回りに固定されている。例えば、ベルト10はプレキシガラスプラークを有し、そのプレキシガラスプラークにおいて、3つの非アライメント相互依存性のX線不透過性マーカが固定されている。

30

【0026】

3つのマーカ M_1 、 M_2 及び M_3 は同じ面に属し、それ故、C字型アームシステム5のオリエンテーション角 θ_1 を取得した少なくとも1つの2DX線投影2DXR₁はX線基準(O, x, y, z)における超音波プローブの位置を決定するために必要である。しかしながら、それらの3つのマーカは相互依存的であり、アライメントされていず、固定四面体を構成することを意味するため、そのプローブの位置はX線投影2DXR₁により完全に特定されることが、当業者には理解されるものである。

40

【0027】

図4aを参照するに、検出器の基準(dO, dx, dy)を考慮している。例えば、第一2DX線画像2DXR₁における3つのマーカ M_1 、 M_2 及び M_3 の投影 P_1 、 P_2 、 P_3 の座標(dx_1, dy_1)、(dx_2, dy_2)、(dx_3, dy_3)のような6つのパラメータは、X線基準(O, x, y, z)において超音波プローブ9の位置を完全に特定する。X線不透過性マーカ M_1 、 M_2 及び M_3 を用いる第一有利点は、それらのマーカは非常に高いコントラストを有する2DX線投影の状態で見え、そのことは、それらの位置決めを容易にする。そのような位置決めは、手動で又は自動化により得られることが可能である。手動の場合、ユーザは、各々の2DX線画像において少なくとも2つのX線

50

不透過性マーカをクリックすることが可能である。自動化の場合、例えば、モルフォロジカルフィルタのような、当業者に周知である画像処理技術を、X線不透過性マーカを検出するために用いることが可能であり、それらのX線不透過性マーカは2DX線投影において高コントラストのプロブとして現れる。第二有利点は、そのような位置決めはリアルタイムで実施され、それ故、何れのペリ侵襲的ステップを意味しない。しかしながら、一旦、医療用機器が検査される患者の体の空洞内に案内されると、超音波データが用いられるように意図されているため、臨床処置中に超音波プローブを演繹的に移動させる必要はない。第三有利点は、それが、X線及び超音波取得手段の視野内に金属の対象物を導入しないことである。

【0028】

第二方法の代替においては、第二2DX線画像2DXR₂は、図4bに示しているように、C字型アームシステム5の第二オリエンテーション角 θ_2 を用いて取得される。この第二X線画像は、3つのマーカM₁、M₂及びM₃の投影P₁、P₂、P₃の新しいセットの座標(dx_1, dy_1)、(dx_2, dy_2)、(dx_3, dy_3)を決定することを可能にする。位置決めされたポイントP₁、P₂、P₃及びP₁、P₂、P₃はエピポラ拘束に従うことに留意する必要がある。これは、例えば、ポイントP₁にソース焦点を繋ぐラインL₁がP₁を有する第二X線画像2DXR₂における投影ラインL₁として現れることを意味する。第一有利点は、P₁が全体の画像において探索される必要はないが、投影ラインL₁においてのみ探索されることである。第二有利点は、適切なマーカM₁、M₂及びM₃とポイントP₁、P₂、P₃及びP₁、P₂、P₃を関連付ける方法を与えることである。

【0029】

2つの2DX線画像を含む、そのような超音波プローブ9の位置決めはリアルタイムに実行されず、それ故、臨床処置のペリ侵襲的ステップにおいて処理される必要がある。2DX線画像を取得する有利点は、その位置決めの正確度が非常に高いことである。

【0030】

一旦、超音波プローブ9がX線基準(O, x, y, z)において位置付けされると、そのプローブのオリエンテーションは認識され、それ故、3D超音波コーンと呼ばれる、3D超音波データセット22の位置が演繹される。これは、前記超音波プローブの位置決めからX線基準における前記3D超音波データセットのポイントの位置を演算する変換手段13により得られる。X線取得手段の幾何学的構成に従った検出器における前記ポイントの投影が又、演繹される。

【0031】

図5を参照するに、本発明に従ったシステムは、3D超音波データセット21における医療用機器4の周りの関心のある領域35を選択するための手段12を有する。医療用機器の一部を有する基準面が規定されている。有利であることに、前記基準面は、X線取得手段のオリエンテーションの方向に対して垂直に選択される。その関心のある領域は、前記基準面の後ろにある又は前記基準面の周りにおいて構成される3D超音波データサブセットをクロッピングすることにより得られる。このように、3D超音波データセットにおける医療用機器の可視性を閉塞する構造は取り除かれる。第一方法においては、ユーザは、3D超音波データセットにおいて関心のある領域35をインタラクティブに選択する。第二方法においては、前記基準面の位置は、例えば、第三の3Dデータセットの深さに等しい所定の基準深さにおいて、予め規定される。この所定の基準面は、3D超音波データセットにおいて視野角ビューを探索するために更に回転されることが可能であり、その視野角ビューにより医療用機器は更に可視化される。回転された基準面13が得られる。有利であることに、前記視野角は、2DX線画像を最適化するためにC字型システムに適用される。

【0032】

有利であることに、選択手段12は、3D超音波データセット21において医療用機器4を検出するための手段を有する。医療用機器は、通常、3D超音波データセットにおい

10

20

30

40

50

て高コントラストを有するように現れることに留意する必要がある。それは、例えば、電気生理学的カテーテルの場合であり、そのカテーテルは先端に金属チップを有する。前記チップは小さく、細い部分であり、非常にエコーゲン性が大きく、3D超音波データセットにおいて特定の痕跡を残す。それ故、そのチップの端部は定時目印とみなされる、又は全体のチップは細長い目印とみなされる。

【0033】

その結果、前記検出手段は画像処理技術を有し、それらの画像処理技術は、高いコントラストのプロブか又は比較的一様な背景を有する細長い形状のどちらかを改善するためのものであり、当業者には周知である。

【0034】

10

検出手段は、ポイント EP_1 及び標準のオリエンテーション

【数1】

$$\vec{N}$$

により基準面30を自動的に規定することを可能にし、ここで、 EP_1 は、例えば、検出される医療用機器の先端、例えば、チップの端部31に相当し、標準のオリエンテーション

【数2】

20

$$\vec{N}$$

はX線源の既知のオリエンテーションである。

【0035】

代替として、基準面33は、医療用機器4の検出により与えられる少なくとも3つの非アライメントポイント EP_1 、 EP_2 及び EP_3 により規定される。医療用機器4の検出位置についてのX線取得を最適化するようにX線源6を再方向付けするために有利に役立つ第二の標準のオリエンテーション

30

【数3】

$$\vec{N'}$$

が規定される。

【0036】

図6を参照するに、基準面30、33に含まれるポイントと2DX線画像40に含まれるポイントとの間のマッピングは、変換手段13により与えられるX線基準(O, x, y, z)において超音波プローブ9の第二位置決め及びX線取得手段の幾何学的構成の知識から演算される。例えば、ポイント EP_1 は、投影ライン36に従って2DX線画像におけるポイント $P(EP_1)$ に投影される。

40

【0037】

本発明に従った生成及び表示手段14は、医療用機器のバイモーダルな表示を生成するように意図され、その医療用機器において、2DX線画像及び3D超音波データセットの両者からもたらされる情報は組み合わせられる。

【0038】

好適には、図7に示すように、そのような組み合わせはX線駆動され、それは、2DX線画像40に基づいてX線駆動されることを意味する。

【0039】

50

本発明の第一実施形態においては、医療用機器の関心のある領域は基準面 30、33 に含まれる。それ故、関心のある領域を有する超音波情報は 2D 超音波ビュー 41 に相当し、その 2D 超音波ビュー 41 は、基準面 30、33 における 3D 超音波データセットをサンプリングすることにより得られる。

【0040】

バイモーダルな表示は、2D 超音波ビュー 41 において対応するポイントを有する 2D X 線投影 40 のポイント全ての強度値が組み合わせられるように、構成された画像である。そのような組み合わせは、例えば、2D X 線画像 40 のポイントの第一強度値 I_1 及び 2D 超音波ビュー 41 における対応するポイントの第二強度値 I_2 のスカラ関数 f により規定される。そのようなスカラ関数 f は、例えば、アルファブレンディング技術を実行することにより強度値 I を与え、そのスカラ関数 f は、当業者には周知であり、次式のようにある。

【0041】

$$I = f(I_1, I_2) = I_1 + (1 - \alpha) I_2$$

が 1 に等しい場合、バイモーダルな表示の強度値 I は第一 X 線強度 I_1 に等しい。それとは対照的に、 α が 0 に等しい場合、バイモーダルな表示の強度値 I は第二 X 線強度 I_2 に等しく、そのことは、2D X 線画像のポイントの強度値が 2D 超音波画像 41 の対応するポイントの強度値により置き換えられたことを意味する。

【0042】

超音波取得手段は、医療用機器においてフォーカシングされる 3D 超音波データセットを与える。本発明を用いると、X 線値及び超音波強度値の組み合わせが、医療用機器の周りの組織の可視性を改善する有利点を有する。

【0043】

検出器 7 における X 線源 7 により与えられる医療用機器の投影は良好な品質を有し、高分解能及び高コントラストの恩恵を受けることは、当業者には周知である。3D 超音波データセットの関心のある領域における医療用機器の検出が検出手段により利用可能であるとき、2D X 線投影 40 における、即ち、検出器基準 (d_0, d_x, d_y) における医療用機器の投影の位置は、X 線基準 ($0, x, y, z$) における医療用機器の位置から導き出される。その位置は、例えば、2D 超音波ビュー 41 におけるポイント 42 のセットに対応する X 線投影のポイントのセット 43 である。

【0044】

有利であることに、検出された医療用機器に属する 2D X 線投影 40 のポイントの強度値は、対応するバイオモーダルな表示のポイントに対して与えられる。X 線取得手段により与えられる医療用機器の良好な可視性及び分解能を維持することは有利である。

【0045】

図 8 に示す本発明の第二実施形態において、本発明に従ったシステムは、壁組織領域、例えば、医療用機器に隣接する心内膜壁 44 をセグメント化するための手段を更に有する。これは、心筋のような壁組織は超音波画像において血液より明るく現れるため、例えば、強度値閾値化のような画像処理技術により得られる。

【0046】

他の可能性は、例えば、アクティブ輪郭線技術（又は、“スネーク”とも呼ばれる）を用いることにより、境界を検出することである。この技術は、当業者には周知であり、第一に、最初の輪郭線を規定することを、第二に、内力及び外力の影響下で前記最初の輪郭線を導き出すようにすることを有する。最終的な輪郭線 46 が得られる。次いで、輪郭線 46 の外側に位置するポイントから内側に位置するポイントを区別し、対応する 2D 超音波ビュー 41 のポイントの強度値を外側のポイントにのみ与えることが可能である。このような第二の実施形態の有利点は、医療用機器 4 のより大きい周囲における X 線情報からの恩恵を受けることである。

【0047】

図 9 に模式的に示している本発明の第三実施形態においては、本発明に従ったシステム

10

20

30

40

50

は、規定された関心のある領域 35 のボリュームレンダリングされた画像を表示するための手段を更に有する。この実施形態においては、関心のある領域 35 はスラブ 50 である。ボリュームレンダリングされた画像 51 は、ある方向であって、例えば、円柱 52 により示されているように、X 線取得手段のオリエンテーションの方向に従って 3D 超音波データを統合することにより得られる。前記ボリュームレンダリングされた画像 51 が 2D 超音波ビュー 41 の代わりに用いられ、上記の方法と類似する方法でバイモーダルな表示 53 を生成するための 2D X 線画像 40 と組み合わせられる。この第三方法の有利点は、例えば、心腔である、医療用機器に隣接する部分の透視ビューを与えることである。

【0048】

生成手段 14 は、3D 超音波データセットに基づいてバイモーダルな表示を逆に生成し、超音波情報により X 線情報を置き換えることが可能である。しかしながら、この場合、バイモーダルな表示は、3D 超音波取得手段の 1 つに対して減らされた画像フィールドを有する。

10

【0049】

そのシステムは、ライブの 2D X 線画像及びライブの 3D 超音波データセットの両者を与えるように意図されている。プローブの位置決めはペリ侵襲的ステップにおいて既に実行されたが、特に、呼吸運動が補償されなければならない場合に、患者の動きが生じるときにそのような位置決めを更新する必要がある。実際には、患者の動きは、X 線基準において超音波プローブの位置の変化をもたらし、従って、3D 超音波データと共に 2D X 線データをマッピングするときにエラーを生じさせる。それ故、本発明の第四実施形態においては、そのシステムは、X 線基準において超音波プローブを位置決めするための手段を定期的にトリガするための制御手段を有する。そのようなトリガリングは、取得された新たな 2D X 線画像又は 3D 超音波データ全てに対してこのプローブ位置決めを再トリガリングする程度まで、ユーザが規則的な時間インターバルで必要に応じて又は自動的にそのトリガリングを判断するとき、手動で実行される。この場合、プローブの位置決めはリアルタイムに実行される必要があることに留意する必要がある。3D 超音波データと共に 2D X 線データをマッピングするとき、そのシステムは何れのエラーの蓄積を回避することは有利点である。

20

【0050】

本発明の第五実施形態においては、そのシステムは、2つの連続するプローブの位置決めのためのインターバルにおいて患者の心臓に対する何れの相対的な超音波プローブの動きを補償するための手段を有する。それらの動き補償手段は、現時点 $t_0 + t$ において取得された現 3D 超音波データセット 3DUS($t_0 + t$)と前時間 t_0 において取得された前 3D 超音波データセット 3DUS(t_0)との間の動きを補償するように意図され、両者の超音波データセットは心周期の同じ位相に対応している。先ず、前 3D 超音波データセット 3DUS(t_0)のポイントと現 3D 超音波データセット 3DUS($t_0 + t$)のポイントを繋げる動きベクトルが推定され、現 3D 超音波データセット 3DUS($t_0 + t$)のポイントは演算された動きベクトルに従って移動される。それ故、動き補償された現 3D 超音波データセット 3DUS($t_0 + t$)が得られ、それは前 3D 超音波データセット 3DUS(t_0)に近いように予測される。第一方法においては、映像圧縮の分野における熟達者にとってよく知られているブロックマッチング技術が有利であるように用いられる。図 10 を参照するに、その図は、簡単化のために、2D の場合におけるブロックマッチングの原理について示し、現 3D 超音波データセット 3DUS($t_0 + t$)及び前 3D 超音波データセット 3DUS(t_0)は、例えば、 $8 \times 8 \times 8$ ポイントのブロックに分割され、現 3D 超音波データセットの各々のブロック B_{n+1} に対して、前 3D 超音波データセットのブロック B_{n0} の探索が実行され、そのことは、相関度の最大化に繋がる。動きベクトル

30

40

【数 4】

$$\overrightarrow{MV} = \overrightarrow{Bn_1 Bn_0}$$

が得られる。

【0051】

従って、動き補償手段は、時点 t_0 と時点 $t_0 + t$ との間に生じた小さい動きを現超音波画像において補償するように意図されている。動き補償は、両者の 3D 超音波データセットの間に小さい差が存在するときに効果的である。本発明の第五実施形態の有利点は、心臓のような、調査される空洞に対するプローブの小さい動きのために、位置決めのエラーを補償するための解決方法を与えることである。この解決方法は、プローブの位置決めがリアルタイムに実行されないとき、例えば、C 字型アームにより与えられる幾つかの画角が含まれるとき、特に有利である。この場合、動き補償手段は、2 つの連続するプローブの位置決めの平均時間内で有利に用いられることが可能である。

【0052】

本発明に従ったシステムにおいては、電気生理学的処置について特に関心を有し、そのような電気生理学的処置は、一般に、心臓病を診断するための心腔壁の電氣的活性化マップを生成すること又は異常として特定された心臓壁組織の一部を焼くことを有する。実際には、手術の領域についての大きな視野のライブの可視化を与えることにより、手術において、医療用機器、骨格及び周囲の壁組織が同時に可視的であり、本発明に従ったシステムは電氣的活性化マップの生成を容易にする。

【0053】

本発明はまた、患者の体内で医療用機器 4 を案内する方法に関する。図 11 を参照するに、そのような方法は次の段階を含む。

- X 線取得システムを用いて、前記医療用機器の二次元 X 線画像を取得する段階 60
- 前記超音波プローブを用いて、前記医療用機器の三次元超音波データセットを取得する段階 61 a
- 前記 X 線取得システムの基準において前記超音波プローブの位置決めを行う段階 62
- 前記 3D 超音波データセットにおいて前記医療用機器の関心のある領域を選択し、超音波取得手段の基準において前記の関心のある領域の第一位置決めを行う段階 63
- 前記の X 線取得システムの基準において第二 X 線位置決め前記の 3D 超音波データセットの基準における前記第一位置決めを変換する段階 64
- 前記医療用機器のバイモーダルな表示を生成しかつ表示する段階であって、前記関心のある領域に含まれる 2D X 線画像及び 3D 超音波データの両者が前記第二位置決めを用いて組み合わせられる、段階

以上の図面及びそれらの説明は例示であって、本発明を制限するものではない。同時提出の特許請求の範囲内で、多くの変形が可能であることは明らかである。これに関連して、次のように結ぶことができる。即ち、ハードウェア、ソフトウェア又はそれら両者のアイテムにより機能を実施する多くの方法がある。これに関連して、図面は非常に模式的であり、それら図面の各々は本発明の 1 つの有効な実施形態のみを表している。それ故、図は異なるブロックとして異なる機能を示しているが、これは、ハードウェア又はソフトウェアの単一のアイテムが幾つかの機能を実行することを決して排除するものではなく、単一の機能が、ハードウェア、ソフトウェア又はそれら両者のアイテムのアセンブリにより実行されることを決して排除するものではない。

【0054】

用語“を有する”及びその用語の派生語は、請求項に記載された要素又は段階以外の要素又は段階の存在を排除するものではない。要素又は段階の単数表現はそのような要素又は段階の複数表現を排除するものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 5 】

【図 1】本発明に従ったシステムの模式図である。

【図 2】超音波プローブがアクティブローカライザ 16 を備えているときの、X 線基準において超音波プローブを位置決めするための手段の模式図である。

【図 3】プローブが X 線不透過性マーカを有するベルトを備えているときの、X 線基準において超音波プローブを位置決めするための手段の模式図である。

【図 4 a】プローブが X 線不透過性マーカを有するベルトを備えているときの、X 線基準において超音波プローブを位置決めするための手段の模式図である。

【図 4 b】プローブが X 線不透過性マーカを有するベルトを備えているときの、X 線基準において超音波プローブを位置決めするための手段の模式図である。 10

【図 5】医療用機器を位置決めするため且つ本発明に従った 3 D 超音波データセットにおいて前記医療用機器を有する面を決定するための手段の模式図である。

【図 6】X 線取得手段の基準において関心のある領域の第二位置決めに超音波取得手段の基準における関心のある領域の第一位置決めを変換するための変換手段の模式図である。

【図 7】本発明の第一実施形態に従ったバイモーダルな表示を生成するための手段の模式図である。

【図 8】本発明の第二実施形態に従ったバイモーダルな表示を生成するための手段の模式図である。

【図 9】本発明の第三実施形態に従ったバイモーダルな表示を生成するための手段の模式図である。 20

【図 10】前時点で取得された前 3 D 超音波データセットと現時点で取得された現 3 D 超音波データセットとの間の動きを補償するための手段の模式図である。

【図 11】本発明に従った方法の機能図である。

【図 1】

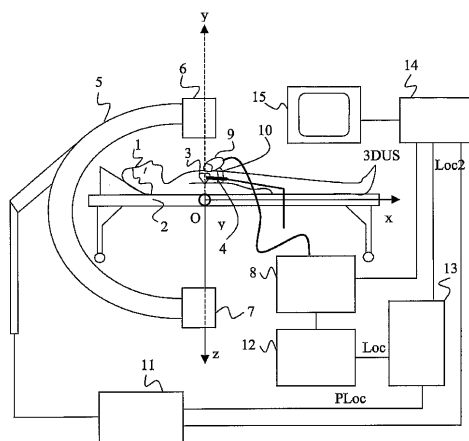


FIG. 1

【図 2】

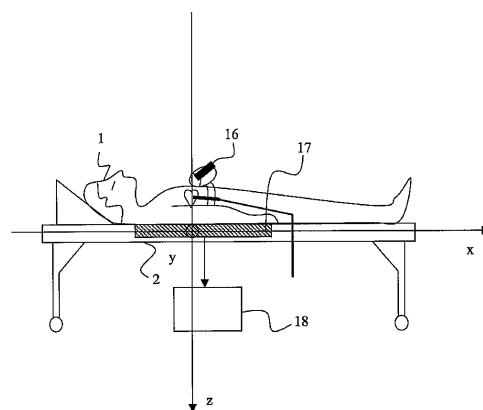


FIG. 2

【 図 3 】

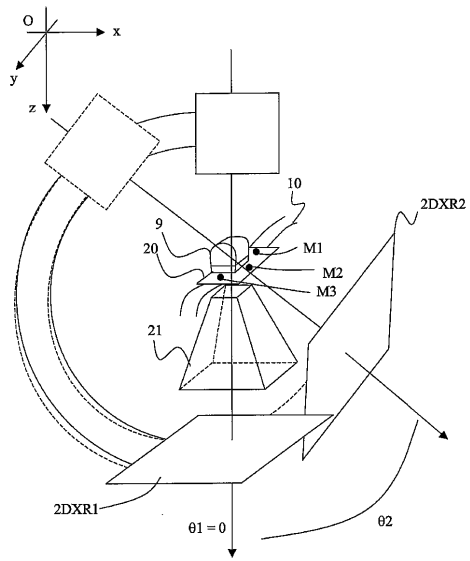


FIG. 3

【 図 4 a 】

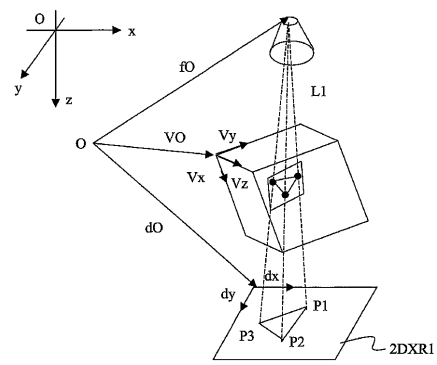


FIG. 4a

【 図 4 b 】

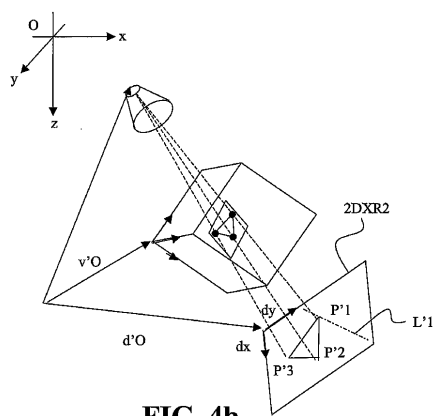


FIG. 4b

【 図 5 】

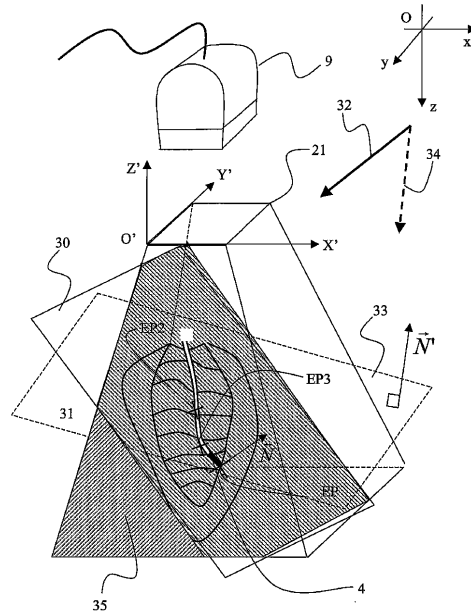


FIG. 5

【図 10】

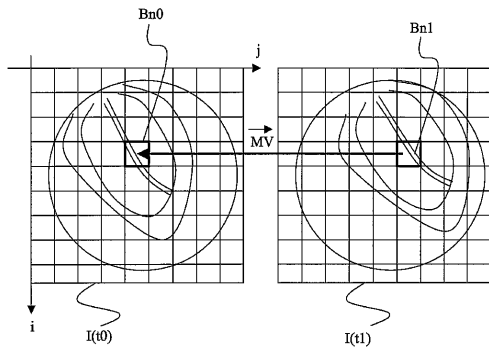


FIG. 10

【図 11】

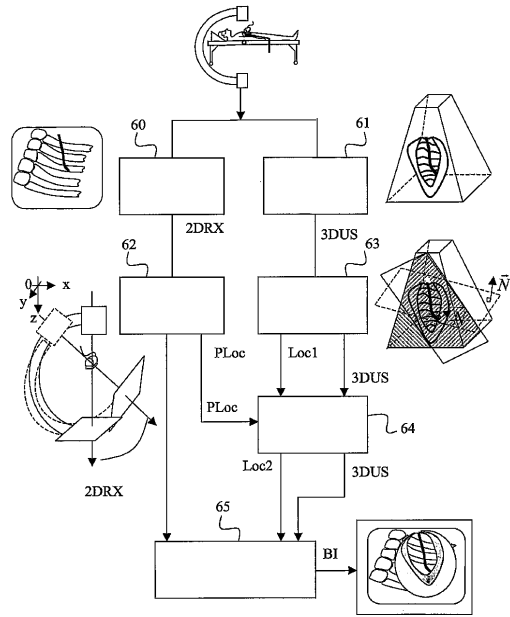


FIG. 11

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP2004/004225

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 A61B8/08 A61B6/12 A61B19/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 A61B		
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 practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 351 513 B1 (BANI-HASHEMI ALI ET AL) 26 February 2002 (2002-02-26) column 2, line 66 - column 8, line 67; figures 3,6A-B	1-13
A	US 2001/029334 A1 (GRAUMANN RAINER ET AL) 11 October 2001 (2001-10-11) the whole document	1-13
A	US 6 546 279 B1 (BOVA FRANK J ET AL) 8 April 2003 (2003-04-08) column 8, line 56 - column 13, line 11; figure 2	1-13
A	US 5 810 007 A (HOLUPKA ET AL) 22 September 1998 (1998-09-22) column 3, line 46 - column 5, line 27; figure 3	1,6,7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document 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 14 March 2005		Date of mailing of the international search report 22/03/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Artikis, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2004/004225

Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: 14
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
Rule 39.1(iv) PCT - Method for treatment of the human or animal body by surgery
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB2004/004225

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6351513	B1	26-02-2002	JP	2002083281 A	22-03-2002
US 2001029334	A1	11-10-2001	DE	19963440 A1	19-07-2001
			JP	2001218765 A	14-08-2001
US 6546279	B1	08-04-2003	WO	03032837 A1	24-04-2003
US 5810007	A	22-09-1998	US	6208883 B1	27-03-2001
			US	6256529 B1	03-07-2001

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ジェラルド・オリヴィエ

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブールヴァール・オスマン 1 5 6, ソシエテ・シヴィル・エスピーイーデー内

(72)発明者 フローラン・ラウル

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブールヴァール・オスマン 1 5 6, ソシエテ・シヴィル・エスピーイーデー内

(72)発明者 ヘイスベルス・ヘールト

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブールヴァール・オスマン 1 5 6, ソシエテ・シヴィル・エスピーイーデー内

Fターム(参考) 4C093 AA11 CA23 EC16 FF15 FF35 FF42

4C601 BB03 DD15 FF11 JC21 JC26 JC40

专利名称(译)	一种用于将医疗装置引导到患者体内的系统		
公开(公告)号	JP2007515242A	公开(公告)日	2007-06-14
申请号	JP2006546385	申请日	2004-12-17
[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)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
[标]发明人	ジェラルールオリヴィエ フローランラウル ヘイスベルスヘルト		
发明人	ジェラルール,オリヴィエ フローラン,ラウル ヘイスベルス,ヘルト		
IPC分类号	A61B8/00 A61B6/12 A61B6/02 A61B8/08 A61B19/00		
CPC分类号	A61B34/20 A61B6/12 A61B6/463 A61B6/469 A61B6/5247 A61B8/0833 A61B8/0841 A61B8/12 A61B8/42 A61B8/4227 A61B8/4245 A61B8/44 A61B8/483 A61B8/5238 A61B8/5276 A61B90/10 A61B90/36 A61B90/39 A61B2034/2051 A61B2090/365 A61B2090/376 A61B2090/378		
FI分类号	A61B8/00 A61B6/12 A61B6/02.301.H		
F-TERM分类号	4C093/AA11 4C093/CA23 4C093/EC16 4C093/FF15 4C093/FF35 4C093/FF42 4C601/BB03 4C601/DD15 4C601/FF11 4C601/JC21 4C601/JC26 4C601/JC40		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	2003300279 2003-12-22 EP 2004300157 2004-03-22 EP		
其他公开文献	JP4758355B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明是一种医疗系统，其特征在于，具备：在患者体内引导的医疗装置；取得该医疗装置的二维X射线图像的单元；取得该医疗装置的三维X射线图像的单元，用于将超声探头定位在X射线获取装置的参考的装置，用于三维的装置和装置，用于选择感兴趣的区域周围所述的图像数据组的医疗器械，定义在参考超声采集感兴趣的区域的一个第一定位装置，以及装置，X射线所获取感兴趣区域在该装置的参考下的第二定位，用于通过组合在所述感兴趣区域中包括的3D超声数据和所述2D X射线数据来在所述医疗仪器的所述参考处变换所述感兴趣区域的所述第一定位的装置，还有产生双峰显示的手段。那。

