

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5572437号
(P5572437)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014.8.13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014.7.4)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 6/03 (2006.01) A 6 1 B 6/03 3 6 0 G

請求項の数 15 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2010-75196 (P2010-75196)	(73) 特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(22) 出願日	平成22年3月29日(2010.3.29)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(65) 公開番号	特開2011-206167 (P2011-206167A)	(74) 代理人	100090468 弁理士 佐久間 剛
(43) 公開日	平成23年10月20日(2011.10.20)	(72) 発明者	櫻木 太 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内
審査請求日	平成24年7月3日(2012.7.3)	審査官	小田倉 直人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元医用画像に基づいて立体視用画像を生成する装置および方法、並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体を表す3次元医用画像を入力として、立体視画像用の視差画像の数、立体視画像の視点位置、立体視画像の視線方向、平行投影または中心投影の投影方法、および、画像生成手法を含む画像生成条件に基づいて、該被検体の立体視出力を行うための立体視用画像を生成する立体視用画像生成手段と、

前記3次元医用画像と前記立体視用画像の画像生成条件とに基づいて、前記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像を生成する非立体視用画像生成手段と

、
前記立体視用画像と前記非立体視用画像とを、所定の出力画像選択条件に基づいて選択的に出力する選択的出力手段とを備えた立体視用画像生成装置であって、

前記選択的出力手段による出力先は、前記立体視用画像に基づく立体視表示と前記非立体視用画像に基づく非立体視表示とを選択的に行うことが可能な表示装置であり、

前記出力画像選択条件は、前記表示装置によって立体視表示された前記立体視用画像に対して、入力手段による該立体視用画像中の所望の位置の指定を伴う操作が行われることを検知した場合には、前記非立体視用画像を出力させるものであり、

前記操作が、前記3次元医用画像の一部を立体視出力する位置の指定を行うための操作、または、前記3次元医用画像から断面画像を生成する位置の指定を行うための操作のいずれかであり、

前記3次元医用画像と位置情報とに基づいて断面画像を生成する断面画像生成手段をさ

10

20

らに備え、

前記選択的出力手段が、前記検知後に出力された前記非立体視用画像上で前記所望の位置の指定を受付けた後、前記操作に応じて、前記立体視用画像生成手段によって前記指定された位置に対応する立体視用画像を生成、または、前記断面画像生成手段によって前記指定された位置に対応する断面画像を生成して前記表示装置に出力するものであることを特徴とする立体視用画像生成装置。

【請求項 2】

前記表示装置は、立体視表示と非立体視表示とを表示画面中に混在させた表示がさらに可能なものであることを特徴とする請求項 1 に記載の立体視用画像生成装置。

【請求項 3】

前記 3 次元医用画像に基づいて、前記被検体の所与の断面を非立体視するための断面画像を生成する断面画像生成手段をさらに備え、

前記選択的出力手段が、前記断面画像と、前記立体視用画像または前記非立体視用画像とを表示画面中に混在させて前記表示装置に表示させるものであることを特徴とする請求項 2 に記載の立体視用画像生成装置。

【請求項 4】

被検体を表す 3 次元医用画像を入力として、立体視画像用の視差画像の数、立体視画像の視点位置、立体視画像の視線方向、平行投影または中心投影の投影方法、および、画像生成手法を含む画像生成条件に基づいて、該被検体の立体視出力を行うための立体視用画像を生成する立体視用画像生成手段と、

前記 3 次元医用画像と前記立体視用画像の画像生成条件とに基づいて、前記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像を生成する非立体視用画像生成手段と、

前記立体視用画像を立体視表示可能な表示装置に表示させる表示制御手段と、

前記表示装置に立体視表示された前記立体視用画像に対して、入力手段による該立体視用画像中の所望の位置の指定を伴う操作が行われた場合に、前記非立体視用画像を用いて前記指定された位置を特定する手段とを備え、

前記表示制御手段が、前記立体視用画像生成手段を用いて生成した前記特定された位置に対応する立体視用画像を前記表示装置に表示させることを特徴とする立体視用画像生成装置。

【請求項 5】

前記立体視用画像は、異なる視点から見た前記被検体を表す複数の視差画像であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の立体視用画像生成装置。

【請求項 6】

前記視差画像は、該視差画像における視点から前記被検体に向かう視線上の複数の点における画素値の少なくとも 1 つを投影することによって得られた投影画像であることを特徴とする請求項 5 に記載の立体視用画像生成装置。

【請求項 7】

前記視差画像は、前記被検体の奥行き方向の情報が表された疑似 3 次元画像であることを特徴とする請求項 6 に記載の立体視用画像生成装置。

【請求項 8】

前記非立体視用画像は、前記複数の視差画像における複数の視点に等価な単一の視点から見た前記被検体を表す画像であることを特徴とする請求項 5 から 7 のいずれか 1 項に記載の立体視用画像生成装置。

【請求項 9】

前記非立体視用画像は、前記単一の視点から前記被検体に向かう視線上の複数の点における画素値の少なくとも 1 つを投影することによって得られた投影画像であることを特徴とする請求項 8 に記載の立体視用画像生成装置。

【請求項 10】

前記非立体視用画像は、前記被検体の奥行き方向の情報が表された疑似 3 次元画像であ

10

20

30

40

50

ることを特徴とする請求項 9 に記載の立体視用画像生成装置。

【請求項 1 1】

前記立体視用画像は、立体視表示のための立体視用領域と非立体視表示のための非立体視用領域とを含むものであることを特徴とする請求項 1 から 1 0 のいずれか 1 項に記載の立体視用画像生成装置。

【請求項 1 2】

立体視用画像生成手段と、非立体視用画像生成手段と、選択的出力手段と、入力手段と、検知手段と、断面画像生成手段とを備えた立体視用画像生成装置の作動方法であって、前記立体視用画像生成手段が、被検体を表す 3 次元医用画像を入力として、立体視画像用の視差画像の数、立体視画像の視点位置、立体視画像の視線方向、平行投影または中心投影の投影方法、および、画像生成手法を含む画像生成条件に基づいて、該被検体の立体視出力を行うための立体視用画像を生成するステップと、

前記非立体視用画像生成手段が、前記 3 次元医用画像と前記立体視用画像の画像生成条件とに基づいて、前記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像を生成するステップと、

前記選択的出力手段が、前記立体視用画像と前記非立体視用画像とを、所定の出力画像選択条件に基づいて選択的に出力するステップとを有する立体視用画像生成装置の作動方法であって、

前記選択的に出力するステップによる出力先は、前記立体視用画像に基づく立体視表示と前記非立体視用画像に基づく非立体視表示とを選択的に行うことが可能な表示装置であり、

前記出力画像選択条件は、前記表示装置によって立体視表示された前記立体視用画像に対して、前記入力手段による該立体視用画像中の所望の位置の指定を伴う操作が行われることを前記検知手段が検知した場合には、前記非立体視用画像を出力させるものであり、

前記操作が、前記 3 次元医用画像の一部を立体視出力する位置の指定を行うための操作、または、前記 3 次元医用画像から断面画像を生成する位置の指定を行うための操作のいずれかであり、

前記断面画像生成手段が、前記 3 次元医用画像と位置情報とに基づいて断面画像を生成するステップをさらに備え、

前記選択的に出力するステップが、前記検知後に出力された前記非立体視用画像上で行われた前記所望の位置の指定を受付けた後、前記操作に応じて、前記立体視用画像生成手段によって前記指定された位置に対応する立体視用画像を生成、または、前記断面画像生成手段によって前記指定された位置に対応する断面画像を生成して前記表示装置に出力するものであることを特徴とする立体視用画像生成装置の作動方法。

【請求項 1 3】

立体視用画像生成手段と、非立体視用画像生成手段と、表示制御手段と、位置特定手段と、入力手段とを備えた立体視用画像生成装置の作動方法であって、

前記立体視用画像生成手段が、被検体を表す 3 次元医用画像を入力として、立体視画像用の視差画像の数、立体視画像の視点位置、立体視画像の視線方向、平行投影または中心投影の投影方法、および、画像生成手法を含む画像生成条件に基づいて、該被検体の立体視出力を行うための立体視用画像を生成するステップと、

前記非立体視用画像生成手段が、前記 3 次元医用画像と前記立体視用画像の画像生成条件とに基づいて、前記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像を生成するステップと、

前記表示制御手段が、前記立体視用画像を立体視表示可能な表示装置に表示させるステップと、

前記位置特定手段が、前記表示装置に立体視表示された前記立体視用画像に対して、前記入力手段による該立体視用画像中の所望の位置の指定を伴う操作が行われた場合に、前記非立体視用画像を用いて前記指定された位置を特定するステップと、

前記表示制御手段が、前記立体視用画像生成手段を用いて生成した前記特定された位置

10

20

30

40

50

に対応する立体視用画像を前記表示装置に表示させるステップとを有することを特徴とする立体視用画像生成装置の作動方法。

【請求項 14】

コンピュータに、

被検体を表す3次元医用画像を入力として、立体視画像用の視差画像の数、立体視画像の視点位置、立体視画像の視線方向、平行投影または中心投影の投影方法、および、画像生成手法を含む画像生成条件に基づいて、該被検体の立体視出力を行うための立体視用画像を生成するステップと、

前記3次元医用画像と前記立体視用画像の生成条件とに基づいて、前記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像を生成するステップと、

前記立体視用画像と前記非立体視用画像とを、所定の出力画像選択条件に基づいて選択的に出力するステップとを実行させる立体視用画像生成プログラムであって、

前記選択的に出力するステップによる出力先は、前記立体視用画像に基づく立体視表示と前記非立体視用画像に基づく非立体視表示とを選択的に行うことが可能な表示装置であり、

前記出力画像選択条件は、前記表示装置によって立体視表示された前記立体視用画像に対して、入力手段による該立体視用画像中の所望の位置の指定を伴う操作が行われることを検知した場合には、前記非立体視用画像を出力させるものであり、

前記操作が、前記3次元医用画像の一部を立体視出力する位置の指定を行うための操作、または、前記3次元医用画像から断面画像を生成する位置の指定を行うための操作のいずれかであり、

前記検知後に出力された前記非立体視用画像上で行われた前記所望の位置の指定を受けた後、前記操作に応じて、前記画像生成条件に基づいて前記3次元医用画像から前記指定された位置に対応する立体視用画像を生成、または、前記3次元医用画像から前記指定された位置に対応する断面画像を生成して前記表示装置に出力するステップをさらに実行させることを特徴とする立体視用画像生成プログラム。

【請求項 15】

コンピュータに、

被検体を表す3次元医用画像を入力として、立体視画像用の視差画像の数、立体視画像の視点位置、立体視画像の視線方向、平行投影または中心投影の投影方法、および、画像生成手法を含む画像生成条件に基づいて、該被検体の立体視出力を行うための立体視用画像を生成するステップと、

前記3次元医用画像と前記立体視用画像の生成条件とに基づいて、前記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像を生成するステップと、

前記立体視用画像を立体視表示可能な表示装置に表示させるステップと、

前記表示装置に立体視表示された前記立体視用画像に対して、入力手段による該立体視用画像中の所望の位置の指定を伴う操作が行われた場合に、前記非立体視用画像を用いて前記指定された位置を特定するステップと、

前記画像生成条件に基づいて前記特定された位置に対応する立体視用画像を生成して、前記表示装置に表示させるステップとを実行させる立体視用画像生成プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、3次元医用画像から立体視用画像を生成する装置および方法、並びにプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

3次元医用画像データに基づいて立体視表示を行う技術が知られている。

【0003】

例えば、CT等による複数の断層画像に基づいて、左右両眼の位置から被検物体の断面

10

20

30

40

50

を見た2つの視差画像を生成し、生成された視差画像を2つのディスプレイに表示させる断層写真立体表示装置が提案されている。ここで、視差画像は、左右各々の視点について、視点と投影面とを結ぶ視線にある断層画像の各画素の濃淡値を積算し、必要に応じて陰影づけや着色を行うことによって得られる。この装置によって表示された視差画像を、観察者がステレオビューワを介して両眼で同時に観察すれば、被検物体を立体的に観察することができる（例えば、特許文献1）。

【0004】

また、仮想内視鏡画像の立体視表示手法も提案されている。具体的には、ボリュームレンダリング法等を用いて左右両目の各視点からの中心投影による視差画像を生成し、左目の視差画像は左目のみ、右目の視差画像は右目のみで見られるように構成されたヘッドマウンテッド・ディスプレイに表示させることにより、観察者は仮想内視鏡画像のステレオ視を行うことができる（例えば、特許文献2）。

10

【0005】

一方、被検眼の眼底を表す左右の視差画像を撮影し、これらの視差画像を用いて立体視表示された画像の一部を拡大表示したい場合において、一方の視差画像を表示し、表示された視差画像中で所望の拡大範囲の設定を受け付け、設定された拡大範囲に対応する範囲を他方の視差画像にも自動設定し、両視差画像で設定された範囲を切り出し、拡大して立体視表示する手法が提案されている（例えば、特許文献3）。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0006】

【特許文献1】特開昭62-16741号公報

【特許文献2】特開平7-210704号公報

【特許文献3】特開2007-151983号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、立体視表示された画像を見る実質的な視線と個々の視差画像における視線とはその方向が異なっているので、特許文献3に記載の手法のように一方の視差画像に対して範囲設定操作を行った場合には、立体視表示された画像を見る実質的な視線と、範囲設定操作が行われた視差画像における視線の方向の違いにより、範囲設定の操作の際に違和感が生じたり、設定された範囲が立体視表示された画像における所望の範囲と異なったりすることがありうる。とはいえ、特許文献3の手法では、立体視表示のもとになる画像は、撮影で得られた2つの視差画像のみであり、範囲設定操作において他の画像を用いることができない。

30

【0008】

また、立体視表示を行うには、それに対応した表示装置が必要となるが、実際の医療現場では、医用画像を出力するすべての装置において立体視表示が可能であるとは限らないし、その必要があるとも限らない。

【0009】

40

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、3次元医用画像から立体視用の画像を生成する装置および方法、並びにプログラムを、立体視出力が不適切な場合や不要な場合にも柔軟かつ適切に対応できるようにすることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の立体視用画像生成装置は、被検体を表す3次元医用画像を入力として、所与の画像生成条件に基づいて、該被検体の立体視出力を行うための立体視用画像を生成する立体視用画像生成手段と、前記3次元医用画像と前記立体視用画像の生成条件とに基づいて、前記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像を生成する非立体視用画像生成手段とを設けたことを特徴とする。

50

【0011】

本発明の立体視用画像生成方法は、被検体を表す3次元医用画像を入力として、所与の画像生成条件に基づいて、該被検体の立体視出力を行うための立体視用画像を生成するステップと、前記3次元医用画像と前記立体視用画像の生成条件とに基づいて、前記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像を生成するステップとを有することを特徴とする。

【0012】

本発明の立体視用画像生成プログラムは、コンピュータに上記方法を実行させるためのものである。

【0013】

本発明において、「立体視用画像」の具体例としては、異なる視点から見た被検体を表す複数の視差画像が挙げられる。この視差画像は、視差画像における視点から被検体に向かう視線上の複数の点における画素値の少なくとも1つを投影することによって得られた投影画像としてもよい。また、この投影画像は、例えばボリュームレンダリング法等の手法によって得られる、被検体の奥行き方向の情報が表された疑似3次元画像としてもよい。さらに、立体視用画像は、立体視表示のための立体視用領域と非立体視表示のための非立体視用領域とを含んでいてもよい。

【0014】

「所与の(立体視用)画像生成条件」とは、どのような立体視用画像を生成するかを決定するためのものであり、例えば、視差画像の数、視点位置、視線方向、投影方法(平行投影・中心投影等)、画像生成手法(ボリュームレンダリング、MIP、MinIP、MPR等)等が挙げられる。

【0015】

一方、「非立体視用画像」は、立体視用画像による立体視出力と等価な出力を、立体視を行わないで出力するための画像である。具体例としては、立体視用画像である複数の視差画像における複数の視点と等価な単一の視点(等価視点)から見た被検体を表す画像が挙げられる。ここで、等価視点は、例えば、複数の視差画像における複数の視点を結ぶ線分の中点のように各視点から等距離にある点としてもよいし、各視点までの距離が所定の比率となる点としてもよい。また、立体視用画像と同様に、この非立体視用画像も、等価視点から被検体に向かう視線上の複数の点における画素値の少なくとも1つを投影することによって得られた投影画像としてもよいし、投影画像は、例えばボリュームレンダリング法等の手法によって得られる、被検体の奥行き方向の情報が表された疑似3次元画像としてもよい。

【0016】

なお、立体視用画像や非立体視用画像を投影画像として生成する場合、その投影方法は平行投影であってもよいし、中心投影であってもよい。ここで、平行投影の場合、立体視用画像の視点や非立体視用画像の等価視点は各々の視線方向の無限遠方に配置されたと解釈することができる。

【0017】

本発明の立体視用画像生成装置において、前記立体視用画像と前記非立体視用画像とを、所定の出力画像選択条件に基づいて選択的に出力する選択的出力手段をさらに設けてもよい。ここで、選択的出力手段は、出力画像選択条件に基づいて、立体視用画像生成手段と非立体視用画像生成手段のいずれか一方に画像を生成させるようにし、生成された画像を出力するようにしてもよいし、出力画像選択条件にかかわらず、立体視用画像生成手段と非立体視用画像生成手段の各々が画像を生成するようにし、選択的出力手段が、出力画像選択条件に応じて、生成された画像から、出力する画像を選択するようにしてもよい。

【0018】

また、本発明の立体視用画像生成方法においても同様に、前記立体視用画像と前記非立体視用画像とを、所定の出力画像選択条件に基づいて選択的に出力するステップをさらに設けてもよい。あるいは、所定の出力画像選択条件に基づいて、前記立体視用画像と前記

10

20

30

40

50

非立体視用画像のいずれか一方を選択的に生成するようにし、前記選択的に生成された画像を出力するステップをさらに設けてもよい。

【0019】

さらに、本発明の立体視用画像生成プログラムにおいても同様に、コンピュータに上記方法のいずれかの態様を実行させるようにしてもよい。

【0020】

ここで、「出力画像選択条件」は、出力先の装置に対して、立体視用画像と非立体視用画像のいずれか一方または両方を出力するための条件を定義したものであり、いずれの画像も出力しない条件を含んでいてもよい。

【0021】

具体的には、「出力画像選択条件」は、立体視用画像または非立体視用画像の出力先の装置に応じて定義するようにしてもよい。例えば、出力先の装置が立体視用画像を表示可能な表示装置の場合には立体視用画像を出力させ、出力先の装置が医用画像を保管する画像保管装置の場合には非立体視用画像を出力させるように定義してもよいし、出力先の装置が立体視用画像を提示可能な装置の場合には立体視用画像を出力させ、出力先の装置が立体視用画像を提示不可能な装置の場合には非立体視用画像を出力させるように定義してもよい。ここで、立体視用画像を提示不可能な装置の具体例としては、医用画像のハードコピー出力を行う装置が挙げられる。

【0022】

あるいは、出力先の装置は、立体視用画像に基づく立体視表示と非立体視用画像に基づく非立体視表示とを選択的に行うことが可能な表示装置とし、「出力画像選択条件」は、出力先の表示装置によって立体視表示された立体視用画像に対して、入力手段による立体視用画像中の所望の位置の指定を伴う操作が行われることを検知した場合には、非立体視用画像を出力させるように定義してもよい。この場合、出力先の表示装置は、立体視表示と非立体視表示とを表示画面中に混在させた表示がさらに可能な装置としてもよい。さらに、3次元医用画像に基づいて、被検体の所与の断面を非立体視するための断面画像を生成し、生成された断面画像と、立体視用画像または非立体視用画像とを表示画面中に混在させて表示装置に表示させるようにしてもよい。

【0023】

また、本発明において、立体視用画像を立体視表示可能な表示装置に表示させるとともに、表示装置に立体視表示された立体視用画像に対して、入力手段による立体視用画像中の所望の位置の指定を伴う操作が行われた場合に、非立体視用画像を用いて、指定された位置を特定するようにしてもよい。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、3次元医用画像を入力として、立体視用画像の生成条件に基づいて、立体視用画像を生成するだけでなく、立体視用画像と等価な非立体視用画像も生成することができるので、立体視出力が不適切な場合や不要な場合にも柔軟かつ適切に対応できるようになる。

【0025】

その際、本発明では、入力として3次元医用画像を用いるようにしたので、再撮影を行うことなく、より容易かつ柔軟に、立体視用画像に等価な非立体視用画像を生成することができる。

【0026】

また、所定の出力画像選択条件に基づいて、立体視用画像と非立体視用画像とを選択的に出力するようにすれば、立体視用画像の出力を状況や用途に応じてより柔軟かつ適切に行うことが可能になる。

【0027】

ここで、選択的な出力の具体例として、出力先の装置が立体視用画像を提示可能な装置の場合には立体視用画像を出力させ、出力先の装置が立体視用画像を提示不可能な装置や

10

20

30

40

50

医用画像保管装置の場合には非立体視用画像を出力させるようにすれば、立体視出力が可能あるいは必要な装置にのみ、立体視用画像を出力することが可能になり、出力装置との接続互換性が向上する。

【0028】

また、出力先の表示装置によって立体視表示された立体視用画像に対して、入力手段による立体視用画像中の所望の位置の指定を伴う操作が行われることを検知した場合には、非立体視用画像を出力させるようにすれば、立体視用画像に等価な非立体視用画像に対して上記操作を行うことが可能になり、上記操作の際に立体視のための視差画像の一方を出力させた場合のように、立体視表示された画像を見る実質的な視線との相違による違和感を覚えたり、上記操作において、ユーザの所望する位置とは異なる位置が指定されたりす

10

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施の形態となる立体視用画像生成装置が導入された医用画像診断システムの概略構成図

【図2】本発明の第1の実施形態における立体視用画像生成機能を実現する構成および処理の流れを模式的に示したブロック図

【図3】本発明の第1の実施形態における立体視用画像生成処理の流れを表したフローチャート

【図4】立体視対応ディスプレイの1つの表示画素の構成を模式的に表した図

20

【図5】3次元医用画像中の被検体と左右各眼の視差画像の視点や両視点に等価な単一の視点との位置関係を平面的に表した図

【図6】出力画像選択条件テーブルの構成と設定内容の一例を示した図

【図7A】本発明の第1の実施形態の変形例となる立体視用画像生成処理の流れを表したフローチャート（前半）

【図7B】本発明の第1の実施形態の変形例となる立体視用画像生成処理の流れを表したフローチャート（後半）

【図8】本発明の第2の実施形態における立体視用画像生成機能を実現する構成および処理の流れを模式的に示したブロック図

【図9】本発明の第2の実施形態における立体視用画像生成処理の流れを表したフローチャート

30

【図10】立体視対応ディスプレイに表示される画面の構成の一例を模式的に表した図

【図11A】左眼用表示画面における左眼用の視差画像と直交3断面画像のレイアウトの一例を示す図

【図11B】右眼用表示画面における右眼用の視差画像と直交3断面画像のレイアウトの一例を示す図

【図11C】直交3断面画像の非立体視とボリュームレンダリング画像の立体視の混在表示の一例を模式的に表した図

【図12A】各眼用表示画面における非立体視用画像と直交3断面画像のレイアウトの一例を示す図

40

【図12B】ボリュームレンダリング画像と直交3断面画像の非立体視表示の一例を模式的に表した図

【図13A】各眼用表示画面における直交3断面画像のレイアウトの一例を示す図

【図13B】直交3断面画像のみの非立体視表示の一例を模式的に表した図

【図14A】左眼用表示画面における左眼用の視差画像と直交3断面画像のレイアウトの他の一例を示す図

【図14B】右眼用表示画面における右眼用の視差画像と直交3断面画像のレイアウトの他の一例を示す図

【図14C】直交3断面画像の非立体視とボリュームレンダリング画像の立体視の混在表示の他の一例を模式的に表した図

50

【図15】立体視表示された画像に対して視線方向の切断を行うための断面を設定する際の画像表示例を表した図

【図16】立体視表示された画像に対して局所領域の拡大表示を行うための注目領域を設定する際の画像表示例を表した図

【図17】非立体視表示された断面画像中のアノテーションと立体視表示されたボリュームレンダリング画像中のアノテーションの連動表示例を表した図

【図18】ポインティングデバイスのポインタとサブメニューの立体視表示例を表した図

【図19】被検体の向きを表すアイコンの一例を表す図

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の実施の形態となる立体視用画像生成装置が導入された医用画像診断システムについて説明する。

【0031】

図1は、この医用画像診断システムの概要を示すハードウェア構成図である。図に示すように、このシステムでは、モダリティ1と、画像保管サーバ2と、読影レポートサーバ3と、画像処理ワークステーション4と、プリンタ5とが、ネットワーク9を経由して通信可能な状態で接続されている。

【0032】

モダリティ1には、被検体の検査対象部位を撮影することにより、その部位を表す3次元医用画像の画像データを生成し、その画像データにDICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) 規格で規定された付帯情報を付加して、画像情報として出力する装置が含まれる。具体例としては、CT、MRIなどが挙げられる。

【0033】

画像保管サーバ2は、モダリティ1で取得された医用画像データや画像処理ワークステーション4での画像処理によって生成された医用画像の画像データを画像データベースに保存・管理するコンピュータであり、大容量外部記憶装置やデータベース管理用ソフトウェア(たとえば、ORDB (Object Relational Database) 管理ソフトウェア)を備えている。また、画像保管サーバ2は、画像処理ワークステーション4からの閲覧要求に応じてデータベースの検索を行い、抽出された画像データを要求元の画像処理ワークステーション4に送信する。

【0034】

読影レポートサーバ3は、画像処理ワークステーション4で作成された読影レポートのデータをデータベースに保存・管理するコンピュータである。また、読影レポートサーバ3は、画像処理ワークステーション4や他のワークステーション等(図示なし)からの閲覧要求に応じてデータベースの検索を行い、抽出された読影レポートのデータを要求元の画像処理ワークステーション4に送信する。ここで、読影レポートには、読影対象の画像に対する読影者の所見の他、その所見が現れている画像や参考画像等の添付画像が含まれる。

【0035】

画像処理ワークステーション4は、CPU、主記憶装置、補助記憶装置、入出力インターフェース、通信インターフェース、入力装置(ポインティングデバイス、キーボード等)、データバス等の周知のハードウェア構成を備えたコンピュータであり、特に本発明の実施形態では、立体視対応ディスプレイ4aを備えている。また、画像処理ワークステーション4は、周知のオペレーティングシステムやアプリケーション・ソフトウェア等がインストールされたものである。本発明の実施形態では、アプリケーション・ソフトウェアとして、公知のオーダリングシステムと連携して画像保管サーバ2から医用画像データを取得するための画像検索・取得アプリケーションや、各種画像処理を行うための画像処理アプリケーション、読影レポートの作成・編集や、読影レポートサーバ3からの読影レポートの取得を行うための読影レポート・アプリケーション、本発明の立体視用画像生成処理を行うためのアプリケーション等がインストールされている。これらのアプリケーショ

10

20

30

40

50

ン・ソフトウェアは、CD-ROM等の記録媒体からインストールされたものであってもよいし、インターネット等のネットワーク経由で接続されたサーバの記憶装置からダウンロードされた後にインストールされたものであってもよい。これらのアプリケーション・ソフトウェアの実行により、画像処理ワークステーション4で上記各処理が実行される。

【0036】

また、本発明の実施形態では、立体視対応ディスプレイ4aとして、立体視表示と非立体視表示の混在が可能なディスプレイを用いている（詳細については、上原伸一・重村幸治、「高画質2D/3Dディスプレイ」、NEC技報、日本、日本電気株式会社、2009年4月、Vol.62, No.2, pp.48-52、[2010年1月14日検索]、インターネット URL: <http://www.nec.co.jp/techrep/ja/journal/g09/n02/090210.pdf> 参照）。具体的には、図4に模式的に示したように、立体視対応ディスプレイ4aの1つの表示画素PXは、左側に配置された右眼用画素PX_Rと右側に配置された左眼用画素PX_Lから構成されており、横方向のストライプをなすカラーフィルタにより、各眼用の画素PX_R、PX_Lは、赤色の表示領域PX_{RR}、PX_{LR}、緑色の表示領域PX_{RG}、PX_{LG}、青色の表示領域PX_{RB}、PX_{LB}に分割されている。立体視対応ディスプレイ4aは、この表示画素PXをマトリックス状に配列し、レンチキュラレンズや視差バリア等の光学素子を組み合わせた構成となっている。そして、右眼用画素PX_Rによるマトリックスには右眼で見るための視差画像、左眼用画素PX_Lによるマトリックスには左眼で見るための視差画像を表示させることによって、ユーザの裸眼による立体視を実現している。また、右眼用画素PX_Rによるマトリックスと左眼用画素PX_Lによるマトリックスの両方に同じ画像を表示させることによって、非立体視表示を行うことも可能である。したがって、表示画面中の一部の領域では各眼用の画素に視差画像を表示させ、他の領域では表示画素毎に各眼用の画素に同一の画像を表示させることによって、立体視と非立体視の混在表示が実現される。

【0037】

画像データの格納形式やネットワーク9経由での各装置間の通信は、DICOM等のプロトコルに基づいている。

【0038】

図2は、画像処理ワークステーション4の機能のうち、本発明の第1の実施形態となる立体視用画像生成処理に関連する部分を示すブロック図である。図に示すように、本発明の第1の実施形態となる立体視用画像生成処理は、立体視用画像生成部11、非立体視用画像生成部12、選択的出力部13によって実現される。また、3次元医用画像V、左眼視点位置VP_L、右眼視点位置VP_R、左眼用視差画像I_L、右眼用視差画像I_R、非立体視用画像I_M、出力画像選択条件テーブルSCは、各々、上記各処理部によって、画像処理ワークステーション4の所定のメモリ領域に対して読み書きされるデータである。

【0039】

図3は、本発明の第1の実施形態となる立体視用画像生成処理ソフトウェアの実行下でのユーザの操作や、演算処理、表示処理等の流れを示したフローチャートである。

【0040】

まず、公知の画像検索システム、あるいは、公知のオーダリングシステムにおける画像検索・取得処理により、画像処理ワークステーション4は、画像保管サーバ2から処理対象の3次元医用画像Vの画像データを取得する(#1)。

【0041】

次に、立体視用画像生成部11が、3次元医用画像V、および、左眼視点位置VP_L、右眼視点位置VP_Rに基づいて、被検体の立体視出力を行うための左眼用視差画像I_L、右眼用視差画像I_Rを生成するとともに(#2)、非立体視用画像生成部12が、左眼視点位置VP_Lと右眼視点位置VP_Rから、上記立体視出力と等価な1つの視点を決定し、3次元医用画像Vに基づいて、上記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像I_Mを生成する(#3)。

【0042】

ここで、選択的出力部13は、出力画像選択条件テーブルSCを参照して、画像の表示先

10

20

30

40

50

である画像処理ワークステーション4のディスプレイが立体視に対応しているかどうかを表す情報を取得する(#4)。本実施形態のように、表示先のディスプレイが立体視に対応している場合には(#4; 立体視対応)、選択的出力部13は左眼用視差画像 I_L と右眼用視差画像 I_R を表示先のディスプレイに出力し、ディスプレイでは、左眼用視差画像 I_L 、右眼用視差画像 I_R による立体視表示が行われる(#5)。表示先のディスプレイが立体視に対応していない場合には(#4; 立体視非対応)、選択的出力部13は非立体視用画像 I_M を表示先のディスプレイに出力し、ディスプレイには非立体視用画像 I_M が表示される(#6)。

【0043】

ユーザが、画像処理ワークステーション4のディスプレイに表示された画像の観察等を行った後、画像処理ワークステーション4のキーボードやポインティングデバイス进行操作して、観察した画像の出力(保存、印刷)先を指定すると(#7)、選択的出力部13は、出力画像選択条件テーブルSCを参照して、画像の出力先に対して、立体視用の左眼用視差画像 I_L および右眼用視差画像 I_R と、非立体視用画像 I_M のどちら、あるいは、両方を出力すべきであるかを特定し(#8)、選択的出力部13は、出力対象の画像が立体視用画像と出力画像選択条件テーブルSCに設定されていた場合には(#8; 立体視のみ)、左眼用視差画像 I_L および右眼用視差画像 I_R をその出力先に出力し(#9)、出力対象の画像が非立体視用画像と設定されていた場合には(#8; 非立体視のみ)、非立体視用画像 I_M をその出力先に出力し(#10)、出力対象の画像が立体視用画像と非立体視用画像の両方と設定されていた場合には(#8; 両方)、左眼用視差画像 I_L 、右眼用視差画像 I_R 、非立体視用画像 I_M をその出力先に出力する(#11)。

【0044】

次に、各処理部で行われる処理の詳細について説明する。

【0045】

立体視用画像生成部11は、3次元医用画像 V 、および、左眼視点位置 VP_L 、右眼視点位置 VP_R に基づいて、左眼用視差画像 I_L および右眼用視差画像 I_R を生成する。図5は、3次元医用画像中の被検体と左右両眼の視点の位置関係を模式的に表したものである。図に示したように、立体視用画像生成部11は、ポリウムレンダリング法により、左眼視点位置 VP_L と被検体SBJを結ぶ視線上の画素を投影することによって、左眼用視差画像 I_L を生成し、右眼視点位置 VP_R と被検体SBJを結ぶ視線上の画素を投影することによって、右眼用視差画像 I_R を生成する。ここで、左眼視点位置 VP_L 、右眼視点位置 VP_R は、プログラムの起動パラメータとして定義しておくなどして、予め設定しておいてもよいし、各視点位置 VP_L 、 VP_R を設定するためのユーザインターフェース(例えば図5のような設定画面)を設けておき、ユーザの手動操作によって各視点位置 VP_L 、 VP_R を設定できるようにしたり、例えば左右視差の個人差を調整するために、予め設定された視点位置を、修正できるようにしたりしてもよい。また、図5は各視点位置 VP_L 、 VP_R からの中心投影を表しているが、各視点が被検体SBJから各視線方向の無限遠方にあると想定して、各視点位置 VP_L 、 VP_R と被検体SBJの中心とを結ぶ視線の向きでの平行投影により各視差画像 I_L 、 I_R を生成するようにしてもよい。

【0046】

非立体視用画像生成部12は、まず、左眼視点位置 VP_L 、右眼視点位置 VP_R に基づいて、左右各眼を各眼の視点位置に位置づけて被検体を見た場合と等価な単一の視点位置(等価視点位置)を決定する。具体的には、図5に示したように、左眼視点位置 VP_L と右眼視点位置 VP_R とを結ぶ線分の中点を非立体視用画像の等価視点位置 VP_M に決定する。ここで、等価視点位置 VP_M は、左右両視点から等距離にある他の点としてもよいし、左右視差の個人差等を考慮して、左眼視点位置 VP_L と右眼視点位置 VP_R の重みづけ平均位置、すなわち、左右両視点を結ぶ線分を所定の比(例えば3:2等)で内分する位置に決定するようにしてもよい。また、左右両視点を結ぶ線分上ではなく、例えば、被検体SBJの重心を中心とし、左右各視点を通る円弧上に等価視点位置 VP_M を決定するようにしてもよい。

【0047】

次に、非立体視用画像生成部12は、ポリウムレンダリング法により、等価視点位置

VP_M と被検体SBJを結ぶ視線上の画素を投影することによって、非立体視用画像 I_M を生成する。ここで、具体的な投影方法（中心投影・平行投影）は、立体視用画像生成部11と同じ方法を用いればよい。

【0048】

なお、立体視用画像生成部11と非立体視用画像生成部12において、ポリウムレンダリング法により、設定済みの視点位置と被検体とを結ぶ視線上の画素を投影した画像を生成する処理は共通モジュールとして構成し、非立体視用画像 I_M の等価視点位置 VP_M と視線方向を決定する処理モジュールを別途設け、共通モジュールには、生成対象の画像に応じた視点位置の情報を処理パラメータとして与えることによって、共通モジュールが、与えられた処理パラメータに応じて、立体視用の視差画像 I_L 、 I_R と非立体視用画像 I_M を生成するようによい。

10

【0049】

選択的出力部13は、出力画像選択条件テーブルSCに基づいて、各眼用視差画像 I_L 、 I_R と、非立体視用画像 I_M とを選択的に出力する。

【0050】

図6は、出力画像選択条件テーブルSCの構成と設定内容の一例を示したものである。図に示したように、出力画像選択条件テーブルSCは、個別の出力先の装置毎に、立体視用画像（各眼用視差画像 I_L 、 I_R ）と非立体視用画像 I_M のそれぞれを出力するかどうか（Y:出力、N:非出力）を定義したものである。すなわち、図5では、立体視対応ディスプレイ4aには各眼用視差画像 I_L 、 I_R 、立体視非対応ディスプレイ、読影レポートサーバ3、および、プリンタ5には非立体視用画像 I_M のみ、画像保管サーバ2には各眼用視差画像 I_L 、 I_R 、および、非立体視用画像 I_M の両方を、選択的出力部13が出力するように設定されている。選択的出力部13は、プログラムの起動パラメータとして与えられた、または、ユーザの指定操作によって与えられた、出力先の装置の情報に基づいて出力画像選択条件テーブルSCを参照し、出力先の装置に出力すべき画像の種類を特定し、特定された画像を出力する。

20

【0051】

ここで、選択的出力部13によって、各眼用視差画像 I_L 、 I_R が立体視対応ディスプレイ4aに出力されると、立体視対応ディスプレイ4aでは、左眼用画素 PX_L から構成されるマトリックスには左眼用視差画像 I_L が表示され、右眼用画素 PX_R から構成されるマトリックスには右眼用視差画像 I_R が表示される。

30

【0052】

以上のように、本発明の第1の実施形態では、3次元医用画像 V を入力として、立体視用画像生成部11によって生成された各眼用視差画像 I_L 、 I_R と、非立体視用画像生成部12によって生成された非立体視用画像 I_M とを、選択的出力部13が出力画像選択条件テーブルSCに基づいて選択的に出力するので、立体視用および非立体視用の画像の出力を用途に応じてより柔軟かつ適切に行うことが可能になる。

【0053】

具体的には、立体視用の画像を提示可能な立体視対応ディスプレイ4aには立体視用の画像を出力させ、立体視用の画像を提示不可能な立体視非対応ディスプレイには非立体視用の画像を出力させるように出力画像選択条件テーブルSCが設定されているので、画像処理ワークステーション4に接続されたディスプレイの種類に応じて、適切な画像を出力することが可能になる。また、読影レポートは、立体視対応ディスプレイ4aが接続された画像処理ワークステーション4以外の他のワークステーションでも参照され得ることに鑑みて、読影レポートサーバ3に対しては、非立体視用の添付画像を出力させるように出力画像選択条件テーブルSCを設定しておいた場合には、立体視対応ディスプレイ4aのような特別なディスプレイでなくても読影レポートを参照することが可能になる。同様に、プリンタ5によって紙やフィルム等にハードコピー出力される場合には立体視は想定されないのであれば、プリンタ5に対しては、非立体視用の画像を出力させるように出力画像選択条件テーブルSCの設定を行っておくことにより、プリンタ5からは観察に適切な画像が

40

50

出力される。一方、画像保管サーバ2には、各眼用視差画像 I_L 、 I_R 、および、非立体視用画像 I_M の両方を出力させるように出力画像選択条件テーブルSCの設定をしておけば、様々なワークステーション等からの検索要求に応じて適切な画像を提供することが可能になる。なお、上記の出力画像選択条件テーブルSCの設定は一例であり、例えば、画像保管サーバ2には非立体視用画像 I_M のみを出力させるように設定するなど、画像の用途やシステムの構成等に応じて、適宜設定を行えばよい。

【0054】

また、入力として3次元医用画像 V を用いるようにしたので、再撮影を行うことなく、より容易かつ柔軟に、立体視用画像に等価な非立体視用画像 I_M を生成することができる。

10

【0055】

さらに、非立体視用画像 I_M は、左眼視点位置と右眼視点位置とから被検体を見た場合と等価な単一の視点から被検体を見た画像であるから、各眼用視差画像 I_L 、 I_R による立体視出力と非立体視用画像 I_M による非立体視出力との間で、実質的な視線の相違による違和感を覚えることがなくなる。

【0056】

上記実施形態では、立体視用の各眼用視差画像 I_L 、 I_R 、および、非立体視用画像 I_M を予め生成するようにしていたが、図7Aおよび図7Bのフローチャートに示したように、出力時に必要に応じて生成するようにしてもよい。

【0057】

すなわち、画像処理ワークステーション4において、処理対象の3次元医用画像 V の画像データを取得した後(#21)、選択的出力部13が、出力画像選択条件テーブルSCを参照して、画像処理ワークステーション4のディスプレイが立体視に対応かどうかを表す情報を取得する(#22)。ここで、選択的出力部13は、表示先のディスプレイが立体視対応の場合には(#22; 立体視対応)、立体視用画像生成部11に左眼用視差画像 I_L と右眼用視差画像 I_R とを生成させ(#23)、表示先のディスプレイが立体視非対応の場合には(#22; 立体視非対応)、非立体視用画像生成部12に非立体視用画像 I_M を生成させ(#24)、生成された画像をディスプレイに出力して表示させる(#25)。

20

【0058】

そして、ユーザが、表示された画像の観察等を行った後、観察した画像の出力(保存、印刷)先を指定すると(#26)、選択的出力部13は、出力画像選択条件テーブルSCを参照して、指定された出力先に対して出力すべき画像の種類を特定し(#27)、出力対象の画像が立体視用画像と設定されていた場合(#27; 立体視のみ)、左眼用視差画像 I_L および右眼用視差画像 I_R が作成済みでなければ(#28; NO)、立体視用画像生成部11に左眼用視差画像 I_L と右眼用視差画像 I_R とを生成させ(#29)、ステップ#23(#28; YESの場合)または#29で生成された左眼用視差画像 I_L と右眼用視差画像 I_R をその出力先に出力し(#30)、出力対象の画像が非立体視用画像と設定されていた場合には(#27; 非立体視のみ)、非立体視用画像 I_M が作成済みでなければ(#31; NO)、非立体視用画像生成部12に非立体視用画像 I_M を生成させ(#32)、ステップ#24(#31; YESの場合)または#32で生成された非立体視用画像 I_M をその出力先に出力し(#33)、出力対象の画像が立体視用画像と非立体視用画像の両方と設定されていた場合には(#27; 両方)、左眼用視差画像 I_L および右眼用視差画像 I_R が作成済みでなければ(#34; NO)、立体視用画像生成部11に左眼用視差画像 I_L と右眼用視差画像 I_R とを生成させ(#35)、非立体視用画像 I_M が作成済みでなければ(#36; NO)、非立体視用画像生成部12に非立体視用画像 I_M を生成させ(#37)、ステップ#23(#34; YESの場合)または#35で生成された左眼用視差画像 I_L と右眼用視差画像 I_R 、および、ステップ#24(#36; YESの場合)または#37で生成された非立体視用画像 I_M をその出力先に出力する(#38)。

30

40

【0059】

このように、選択的出力部13が、必要に応じて立体視用画像および/または非立体視用画像を生成させるようにすれば、画像処理ワークステーション4の処理効率が向上する

50

。特に、ステップ#25において、画像処理ワークステーション4のディスプレイに表示されている画像に対して、視点位置の変更等の操作を可能にし、その操作に応じて、立体視用画像生成部11または非立体視用画像生成部12が表示対象の画像を再生成し、ディスプレイに表示される画像を更新するようにした場合に有効である。すなわち、図3のフローチャートの場合、例えば、ステップ#5で立体視表示された画像に対して視点位置の変更を行うと、立体視用の各視差画像 I_L 、 I_R だけでなく、ステップ#3において予めセットで生成された非立体視用画像 I_M も再生成することになり、先のステップ#3で生成された非立体視用画像 I_M が無駄になってしまう。これに対して図7Aおよび図7Bのフローチャートでは、ステップ#25の時点で視点位置の変更操作が繰り返されたとしても、ステップ#26の時点で、必要に応じて立体視用の各視差画像 I_L 、 I_R に対応する非立体視用画像 I_M を1度生成すればよいだけなので、処理効率がよい。

10

【0060】

次に、本発明の第2の実施形態として、図1に示した医用画像診断システムにおいて、画像処理ワークステーション4に接続された立体視対応ディスプレイ4aに対して、立体視表示と非立体視表示の切替えを行う形態について説明する。

【0061】

図8は、画像処理ワークステーション4の機能のうち、本発明の第2の実施形態となる立体視用画像生成処理に関連する部分を示すブロック図である。図に示すように、本発明の第2の実施形態となる立体視用画像生成処理は、立体視用画像生成部11、非立体視用画像生成部12、断面画像生成部14、表示制御部15によって実現される。また、3次元医用画像 V 、左眼用視点位置 VP_L 、右眼視点位置 VP_R 、左眼用視差画像 I_L 、右眼用視差画像 I_R 、非立体視用画像 I_M や、アキシャル断面画像 I_A 、コロナル断面画像 I_C 、サジタル断面画像 I_S （以下、特に区別する必要がない場合には、まとめて直交3断面画像と呼ぶ）、左眼用表示画面 SC_L 、右眼用表示画面 SC_R は、各々、上記各処理部によって、画像処理ワークステーション4の所定のメモリ領域に対して読み書きされるデータである。

20

【0062】

図9は、本発明の第2の実施形態となる立体視用画像生成処理ソフトウェアの実行下でのユーザの操作や、演算処理、表示処理等の流れを示したフローチャートである。

【0063】

まず、公知の画像検索システム、あるいは、公知のオーダリングシステムにおける画像検索・取得処理により、画像処理ワークステーション4は、画像保管サーバ2から処理対象の3次元医用画像 V の画像データを取得する(#41)。

30

【0064】

次に、立体視用画像生成部11が、3次元医用画像 V 、および、左眼視点位置 VP_L 、右眼視点位置 VP_R に基づいて、被検体の立体視出力を行うための左眼用視差画像 I_L 、右眼用視差画像 I_R を生成するとともに(#42)、非立体視用画像生成部12が、左眼視点位置 VP_L と右眼視点位置 VP_R から、上記立体視出力と等価な1つの視点を決定し、3次元医用画像 V に基づいて、上記立体視出力と等価な非立体視出力を行うための非立体視用画像 I_M を生成し(#43)、さらに、断面画像生成部14が、被検体の所与の点で直交する3つの断面（アキシャル断面、コロナル断面、サジタル断面）を非立体視するための直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S を生成する(#44)。

40

【0065】

表示制御部15は、所定の表示プロトコル（初期表示条件）に基づいて、左眼用視差画像 I_L 、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S を含む左眼用表示画面 SC_L と、右眼用視差画像 I_R 、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S を含む右眼用表示画面 SC_R とを生成し、各眼用の表示画面 SC_L 、 SC_R を立体視対応ディスプレイ4aに出力する。これにより、立体視対応ディスプレイ4aでは、左眼用視差画像 I_L と右眼用視差画像 I_R による立体視表示と、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S の非立体視表示が混在して行われる(#45、図11Aから図11C参照)。

【0066】

ここで、ユーザが、画像処理ワークステーション4のキーボードやポインティングデバ

50

イスを操作して、立体視表示と非立体視表示の切替えや、表示される画像の切替え等を指示すると(#46)、表示制御部15は、その操作による指示内容に応じて、各眼用の表示画面 SC_L 、 SC_R を再構成して立体視対応ディスプレイ4aに出力し、立体視対応ディスプレイ4aでの表示が更新される(#47)。

【0067】

次に、各処理部で行われる処理の詳細について説明する。なお、立体視用画像生成部11と非立体視用画像生成部12は、第1の実施形態と同様である。

【0068】

断面画像生成部14は、公知のMPR手法により、3次元医用画像Vと被検体の所与の点の位置情報とに基づいて、その点を通るアキシャル、コロナル、サジタルの直交3断面による断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S を生成する。ここで、断面の位置の基準となる被検体中の点は、プログラムの起動パラメータとして定義しておくなどして、予め設定しておいてもよいし、断面の位置を設定するためのユーザインターフェースを設けておき、ユーザの手動操作によって設定できるようにしたり、予め設定された位置を修正できるようにしたりしてもよい。

【0069】

表示制御部15は、所与の表示条件に応じて、各眼用の視差画像 I_L 、 I_R と、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S とから表示対象の画像を適宜選択して、各眼用の表示画面 SC_L 、 SC_R を生成し、生成された各眼用の表示画面 SC_L 、 SC_R を立体視対応ディスプレイ4aに出力する。すなわち、表示制御部15は、本発明の選択的出力手段の実装形態の一例となっており、表示条件は本発明の出力画像選択条件に相当する。なお、表示条件は、プログラムの起動パラメータとして与えられる場合と、後述のユーザインターフェース(図10のユーザインターフェース領域22)におけるユーザの手動操作によって設定される場合とがある。

【0070】

図10は、表示画面の構成の一例を模式的に示したものであり、各眼用の表示画面 SC_L 、 SC_R で共通の構成となっている。図に示したように、各眼用の表示画面 SC_L 、 SC_R は、画像表示領域21とユーザインターフェース領域22とから構成されている。画像表示領域21は、個々の画像が割り当てられる小領域21a、21b、21c、21dからなり、4つの画像を2×2のマトリックス状に並べて表示できるようになっている。一方、ユーザインターフェース領域22には、表示される画像の切替えや画像の編集等を行うためのユーザインターフェースから構成されている。具体的には、表示画像の選択・切替えを行うためのユーザインターフェースとして、直交断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S と、ボリュームレンダリング画像、すなわち、立体視のための各眼用の視差画像 I_L 、 I_R 、および、非立体視用画像 I_M の表示・非表示を選択するためのチェックボックス22aが設けられている。また、ボリュームレンダリング画像を立体視するかどうかを選択するためのチェックボックス22bや、画像表示領域21のレイアウトを変更するためのラジオボタン22c、矢印、マーキング、コメント挿入を行うためのアノテーションボタン22d、視線方向の切断や注目領域の拡大等の画像編集を行うための画像編集ボタン22eも設けられている。

【0071】

図11Aおよび図11Bは、各々、各眼用の視差画像 I_L 、 I_R による立体視表示と、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S による非立体視表示とを混在させて行う場合の各眼用の表示画面 SC_L 、 SC_R の設定例を表しており、図11Cは、この表示画面 SC_L 、 SC_R に基づいて立体視対応ディスプレイ4aに表示される画面を模式的に表したものである。これは、図9のフローチャートのステップ#45で行われる初期表示条件に基づく表示の場合や、図10のように、表示画面20中のユーザインターフェース領域22の直交断面画像およびボリュームレンダリング画像のチェックボックス22a、さらに、立体視表示のチェックボックス22bのすべてにチェックが入っている場合に相当する。

【0072】

10

20

30

40

50

図11Aおよび図11Bに示したように、左眼用表示画面 SC_L と右眼用表示画面 SC_R のいずれにも、小領域21a, 21b, 21cには、各々、アキシャル断面画像 I_A 、コロナル断面画像 I_C 、サジタル断面画像 I_S がレイアウトされているので、立体視対応ディスプレイ4aの小領域21a, 21b, 21cに相当する表示画素では、その表示画素内の左眼用画素と右眼用画素に同じ画素値に基づく表示が行われる。その結果、図11Cのように、立体視対応ディスプレイ4aには、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S が非立体視表示される。一方、左眼用表示画面 SC_L の小領域21dには左眼用視差画像 I_L 、右眼用表示画面 SC_R の小領域21dには右眼用視差画像 I_R がレイアウトされているので、立体視対応ディスプレイ4aの小領域21dに相当する表示画素では、左眼用画素には左眼用視差画像 I_L の画素値に基づく表示が行われ、右眼用画素には右眼用視差画像 I_R の画素値に基づく表示が行われる。その結果、図11Cのように、立体視対応ディスプレイ4aには、左眼用視差画像 I_L および右眼用視差画像 I_R によるボリュームレンダリング画像の立体視表示が行われる。

10

【0073】

図12Aは、立体視表示を行わずに、非立体視用画像 I_M によるボリュームレンダリング画像の非立体視表示と、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S による非立体視表示とを行う場合の各眼用の表示画面 SC_L 、 SC_R の設定例を表しており、図12Bは、この表示画面 SC_L 、 SC_R に基づいて立体視対応ディスプレイ4aに表示される画面を模式的に表したものである。これは、図10の表示画面20中のユーザインターフェース領域22において、直交断面画像およびボリュームレンダリング画像のチェックボックス22aにはチェックを入れ、立体視表示のチェックボックス22bのチェックを外した場合に相当する。

20

【0074】

図12Aに示したように、左眼用表示画面 SC_L と右眼用表示画面 SC_R のいずれにも、小領域21a, 21b, 21cには、各々、アキシャル断面画像 I_A 、コロナル断面画像 I_C 、サジタル断面画像 I_S がレイアウトされ、小領域21dには非立体視用画像 I_M がレイアウトされているので、立体視対応ディスプレイ4aの各小領域21a, 21b, 21c, 21dに相当する表示画素では、その表示画素内の左眼用画素と右眼用画素に同じ画素値に基づく表示が行われる。その結果、図12Bのように、立体視対応ディスプレイ4aには、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S 、および、非立体視用画像 I_M が非立体視表示される。なお、第1の実施形態で説明したように、非立体視用画像 I_M の表示は、左眼用視差画像 I_L および右眼用視差画像 I_R によるボリュームレンダリング画像の立体視表示と等価な非立体視表示となっている。

30

【0075】

図13Aは、立体視表示を行わずに、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S による非立体視表示のみを行う場合の各眼用の表示画面 SC_L 、 SC_R の設定例を表しており、図13Bは、この表示画面 SC_L 、 SC_R に基づいて立体視対応ディスプレイ4aに表示される画面を模式的に表したものである。これは、図10の表示画面20中のユーザインターフェース領域22において、直交断面画像のチェックボックス22a(上側)にはチェックを入れ、ボリュームレンダリング画像のチェックボックス22a(下側)、および、立体視表示のチェックボックス22bのチェックを外した場合に相当する。

40

【0076】

図13Aに示したように、左眼用表示画面 SC_L と右眼用表示画面 SC_R のいずれにも、小領域21a, 21b, 21cには、各々、アキシャル断面画像 I_A 、コロナル断面画像 I_C 、サジタル断面画像 I_S がレイアウトされているので、立体視対応ディスプレイ4aの各小領域21a, 21b, 21cに相当する表示画素では、その表示画素内の左眼用画素と右眼用画素に同じ画素値に基づく表示が行われる。その結果、図13Bのように、立体視対応ディスプレイ4aには、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S のみが非立体視表示される。

【0077】

図14Aから図14Cは、図10の表示画面20中のユーザインターフェース領域22の設定状態において、画像表示領域21のレイアウトを変更するためのラジオボタン22

50

cの選択が、左側に示されたレイアウトから中央に示されたレイアウトに変更された場合を表している。図14Aおよび図14Bに示したように、画像表示領域21のレイアウトが、 2×2 のマトリックス状に均等に分割されたレイアウトから、3分割された左半分の領域と右半分の領域の4つの領域からなるレイアウトに変更され、画像表示領域21の左半分の3つの小領域には、左眼用表示画面 SC_L 、右眼用表示画面 SC_R ともに、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S がレイアウトされ、左眼用表示画面 SC_L の右半分の領域には左眼用視差画像 I_L 、右眼用表示画面 SC_R の画像表示領域21の右半分の領域には右眼用視差画像 I_R がレイアウトされている。これにより、立体視対応ディスプレイ4aの画像表示領域21の左半分に相当する表示画素では、その表示画素内の左眼用画素と右眼用画素に同じ画素値に基づく表示が行われ、図14Cのように、立体視対応ディスプレイ4aには、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S が非立体視表示される。一方、左眼用表示画面 SC_L の画像表示領域21の右半分の領域には左眼用視差画像 I_L 、右眼用表示画面 SC_R の画像表示領域21の右半分の領域には右眼用視差画像 I_R がレイアウトされているので、立体視対応ディスプレイ4aの画像表示領域21の右半分の領域に相当する表示画素では、左眼用画素には左眼用視差画像 I_L の画素値に基づく表示が行われ、右眼用画素には右眼用視差画像 I_R の画素値に基づく表示が行われ、図14Cのように、立体視対応ディスプレイ4aには、左眼用視差画像 I_L および右眼用視差画像 I_R によるボリュームレンダリング画像の立体視表示が行われる。

10

【0078】

図15は、立体視表示された画像に対して視線方向の切断を行うための画像編集ボタン22e（左側）が押下された場合の表示例を示したものである。図に示したように、ユーザのポインティングデバイス等の操作によって、視線方向の切断を行うための画像編集ボタン22e（左側）が押下された場合、図11Cに示された、各眼用の視差画像 I_L 、 I_R による立体視表示と、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S による非立体視表示との混在表示から、図12Bに示された、非立体視用画像 I_M と直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S の非立体視表示に切り替えられる。ユーザは、非立体視表示された小領域21d中の非立体視用画像 I_M に対して、ポインティングデバイスの操作により、切断面CLを設定することができる。断面画像生成部14は、設定された切断面CLを通り、非立体視用画像 I_M の視線方向（図5の VL_M ）に平行な断面による断面画像を生成し、表示制御部15は、例えば、図10とは異なる画面表示ウィンドウを新たに生成し、そのウィンドウ内に、生成された切断面CLに基づく断面画像を表示させる。

20

30

【0079】

図16は、立体視表示された画像に対して注目領域の拡大表示を行うための画像編集ボタン22e（右側）が押下された場合の表示例を示したものである。図に示したように、ユーザのポインティングデバイス等の操作によって、注目領域の拡大表示を行うための画像編集ボタン22e（右側）が押下された場合にも、図11Cに示された、各眼用の視差画像 I_L 、 I_R による立体視表示と、直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S による非立体視表示との混在表示から、図12Bに示された、非立体視用画像 I_M と直交3断面画像 I_A 、 I_C 、 I_S の非立体視表示に切り替えられる。ユーザは、非立体視表示された小領域21d中の非立体視用画像 I_M に対して、ポインティングデバイスの操作により、注目領域ZRを設定することができる。画像処理ワークステーションの立体視用画像生成部11は、設定された注目領域ZRに対応する3次元医用画像V中の3次元領域を入力データとして、左眼視点位置 VP_L 、右眼視点位置 VP_R に基づいて、先に表示された左眼用視差画像 I_L および右眼用視差画像 I_R より高解像度で各眼用の拡大視差画像を生成し、表示制御部15は、例えば、図10とは異なる画面表示ウィンドウを新たに生成し、そのウィンドウ内に、生成された各眼用の拡大視差画像に基づいて、注目領域ZRに対応する領域を拡大して立体視表示させる。

40

【0080】

このように、表示制御部15は、ユーザによる、図10のユーザインターフェース領域22に設けられた各種インターフェースでの操作に応じて、表示画像の種類や表示方法（

50

立体視・非立体視)、表示レイアウトを切り替えて立体視対応ディスプレイ4aに表示させることができる。なお、表示態様の切替えは、例えば、画像処理ワークステーション4aのポインティングデバイスによって操作されるポインタが、立体視表示されている領域(図11Aから図11Cの例では、小領域21d)内に移動した場合には、左眼用表示画面 SC_L 、および、右眼用表示画面 SC_R の立体視表示されている領域内の各眼用の視差画像 I_L 、 I_R を非立体視用画像 I_M に変更し、その領域中の画像の表示を立体視表示から非立体視表示に切り替えるようにしたり、逆に、ポインタが、非立体視用画像 I_M が表示されている領域(図12Aおよび図12Bの例では、小領域21d)外に移動した場合には、左眼用表示画面 SC_L 、および、右眼用表示画面 SC_R のその領域内の非立体視用画像 I_M を、非立体視用画像 I_M に対応する各眼用の視差画像 I_L 、 I_R に変更し、その領域中の画像の表示を非立体視表示から立体視表示に切り替えるようにしたりしてもよい。

10

【0081】

以上のように、本発明の第2の実施形態では、立体視用画像生成部11によって生成された各眼用視差画像 I_L 、 I_R と、非立体視用画像生成部12によって生成された非立体視用画像 I_M とを、表示制御部15が、初期表示条件や、ユーザの操作に基づいて設定される表示条件に基づいて選択的に出力するので、立体視用および非立体視用の画像の出力を状況や用途に応じてより柔軟かつ適切に行うことが可能になる。

【0082】

具体的には、視線方向の切断を行うための切断面の設定や、局所的な拡大表示を行うための注目領域の設定等を立体視表示された画像に対して行おうとした際には、非立体視用画像 I_M を表示させるようにすれば、立体視用画像に等価な非立体視用画像 I_M に対して上記操作を行うことが可能になり、上記操作の際に立体視のための視差画像 I_L 、 I_R の一方を出力させた場合のように、立体視表示された画像を見る実質的な視線との相違による違和感を覚えたり、上記操作において、ユーザの所望する位置とは異なる位置が指定されたりすることがなくなるので、操作性が向上する。

20

【0083】

なお、第1の実施形態と同様に、第2の実施形態においても、表示制御部15が、立体視用の各眼用視差画像 I_L 、 I_R 、および、非立体視用画像 I_M を、必要に応じて生成させるようにしてもよい。

【0084】

また、第2の実施形態において、ステップ#45の初期表示条件は、図11Aから図11Cで示した表示のためのものに限定されず、例えば、図12Aおよび図12Bで示した表示のためのものや、図13Aおよび図13Bで示した表示のためのものや、図14Aから図14Cで示した表示のためのものであってもよい。

30

【0085】

上記の第2の実施形態では、図15で示した視線方向の切断や図16で示した注目領域の拡大の際には、小領域21d中の表示を、各眼用の視差画像 I_L 、 I_R による立体視表示から非立体視用画像 I_M による非立体視表示に切り替えるようにしていたが、図12Aに示した非立体視用画像 I_M を用いた表示画面の情報をポインティングデバイスの位置制御用に所定のメモリ領域に格納しておき、小領域21中の表示は各眼用の視差画像 I_L 、 I_R による立体視表示を続けつつ、ポインティングデバイスによる、ポインタの移動操作および切断面CLや注目領域ZRの設定操作は、ポインティングデバイスの位置制御用の表示画面情報の非立体視用画像 I_M を用いて、ポインタや切断面CL、注目領域ZRの位置を内部的に特定するようにしてもよい。

40

【0086】

具体的には、ポインティングデバイスのポインタの位置を位置制御用の表示画面情報の非立体視用画像 I_M 上で検知し、3次元医用画像Vの座標空間において非立体視用画像 I_M が投影された投影面上における、検知された位置に対応する位置を特定し、その投影面上での対応位置と等価視点位置 VP_M とを結ぶ視線を等価視点位置 VP_M から3次元医用画像Vに向かって探索し、レイキャスティング処理による不透明度の積算値が所定の閾値以上に

50

なった点を、3次元医用画像Vの座標空間におけるポイントの位置(3次元位置)に決定することができる。ここで、探索の際に、不透明度や画素値が所定の閾値以上に急激に変化する点や不透明度や画素値が所定の閾値以上となる点を検出してポイントの3次元位置としてもよい。また、MIP法によって非立体視用画像 I_M を生成している場合には、画素値が最大となる点をポイントの3次元位置とすればよい。また、ポイントの3次元位置と左眼視点位置 VP_L とを通る視線上の画素が投影される投影面上の位置を特定し、その特定された位置に対応する左眼用視差画像 I_L 中の位置にポイント(矢印マーク等)が表示されるようにし、同様に、ポイントの3次元位置と右眼視点位置 VP_R とを通る視線上の画素が投影される投影面上の位置を特定し、その特定された位置に対応する右眼用視差画像 I_R 中の位置にポイントが表示されるようにすれば、小領域21中でのポイントの立体視表示が可能になる。なお、上記のポイントの3次元位置の決定方法では、3次元医用画像Vのうち被検体が存在しない領域では、不透明度や画素値が上記の閾値条件を満たさないこともありうるが、この場合には、ポイントを表示しないようにしてもよい。あるいは、位置制御用の非立体視用画像 I_M 中でのポイントの位置に基づいてポイントを非立体視表示してもよい。その際、ポイントの色や形状等の表示態様を立体視表示と非立体視表示とで変えて表示するようにしてもよい。

10

【0087】

このように、小領域21中の表示は各眼用の視差画像 I_L 、 I_R による立体視表示を続けつつ、ポインティングデバイスによるポイントの移動操作および切断面CLや注目領域ZRの設定操作では、ポインティングデバイスの位置制御用の表示画面情報の非立体視用画像 I_M を用いて、ポイントや切断面CL、注目領域ZRの位置を内部的に特定するようにし、ポイント等の位置も立体視表示するようにした場合には、立体視表示により、被検体内の構造物の奥行き方向の位置関係をより正確に把握しながら、その奥行き方向に対してもポインティングデバイスによる各種操作が可能になり、例えば、奥にある血管を指定するつもりが、その手前にある別の構造物を指定してしまうといった、ユーザの意図に反する操作が起こりにくくなり、操作性の向上に資する。

20

【0088】

なお、ポインティングデバイスのポイントは、位置制御用の非立体視用画像 I_M 中でのポイントの位置に基づいて常に非立体視表示されるようにしてもよい。この場合も、非立体視用画像 I_M 中の被検体が存在する領域と被検体が存在しない領域とでポイントの表示態様を変えて表示するようにしてもよい。

30

【0089】

また、表示制御部15は、例えば図11Cのような立体視表示を含む画面表示において、ユーザが図10のアノテーションボタン22dを用いて非立体視表示された断面画像のいずれかに対してアノテーションを付加する操作を行った際に、付加されたアノテーションの3次元医用画像V中での位置を特定し、他の断面画像や立体視表示された画像中の対応する位置にも同様のアノテーションを付加して表示させるようにしてもよい。図17は、アキシャル断面画像 I_A に矢印形状のアノテーション M_A を付加する操作に応じて、コロナル断面画像 I_C および立体視表示された画像中の対応する位置に、各々、矢印形状のアノテーション M_C 、 M_X を付加した表示例である。ここで、アノテーション M_X は、立体視表示のもととなる各眼用の視差画像 I_L 、 I_R 中の対応する位置に付加することによって、立体視表示されている。

40

【0090】

上記の各実施形態はあくまでも例示であり、上記のすべての説明が本発明の技術的範囲を限定的に解釈するために利用されるべきものではない。

【0091】

この他、上記の実施形態におけるシステム構成、ハードウェア構成、処理フロー、モジュール構成、ユーザインターフェースや具体的処理内容等に対して、本発明の趣旨から逸脱しない範囲で様々な改変を行ったものも、本発明の技術的範囲に含まれる。

【0092】

50

例えば、システム構成については、上記の実施形態では、図2および図8に示された各処理が1台の画像処理ワークステーション4で行われるように説明したが、複数台のワークステーションに各処理を分散して協調処理するように構成してもよい。

【0093】

また、ハードウェア構成については、立体視表示の方式は上記の方式に限定されず、特許文献1に記載のステレオビューワ等の特殊な光学特性を有する眼鏡を用いるものであってもよいし、3次元の表示画素配列を用いたものであってもよい。また、上記実施形態では立体視表示で用いられる視差画像は左右各眼1つずつとしたが、左右の各側に多数の視差画像を表示させるようにしてもよい(例えば、<http://www.tuat.ac.jp/~e-takaki/study/display/display.html>参照)。

10

【0094】

さらに、立体視表示と非立体視表示の切替えは、上記第2の実施形態のように画面に表示されたユーザインターフェースでの操作によってソフトウェア的に行ってもよいし、ディスプレイ側のスイッチ等でハードウェア的に行ってもよい。

【0095】

処理フローについては、図3のフローチャートのステップ#2および#3、図9のフローチャートのステップ#42から#44の各種画像の生成処理は、各フローチャートのように並列的に行ってもよいし、直列的に順次行ってもよく、各生成処理の処理順序を入れ替えてもよい。

【0096】

モジュール構成については、第1の実施形態と第2の実施形態とを組み合わせた構成にし、立体視表示用ディスプレイ4aでの立体視表示と非立体視表示の切替え(第2の実施形態参照)と出力先の装置毎の立体視用出力と非立体視用出力の切替え(第1の実施形態参照)の両方を実装してもよい。

20

【0097】

具体的処理内容については、立体視用画像生成部11および非立体視用画像生成部12は、MIP法やMinIP法、MPR法等の、ポリウムレンダリング法以外の手法で画像を生成してもよい。すなわち、生成される画像は、奥行き方向の情報を有する疑似3次元画像であってもよいし、2次元の画像であってもよい。また、立体視用の左右両眼の視差画像 I_L 、 I_R 中に立体視用の領域と非立体視用の領域を設けてもよい。例えば、被検体の心臓を表す3次元医用画像 V に基づいて、立体視の対象とする冠動脈を公知の方法で抽出し、抽出された冠動脈のみ左右の各視点 VP_L 、 VP_R の視差画像を生成し、冠動脈以外の心臓部分は左右の視差画像とも等価視点位置 VP_M からみた画像を生成し、生成された冠動脈の視差画像の各々と心臓部分の画像とを重畳させることによって、左右の視差画像 I_L 、 I_R を生成すれば、心臓全体を表す画像について、冠動脈の立体視表示と冠動脈以外の心臓部分の非立体視表示とが可能になる。

30

【0098】

また、異なる時相における3次元医用画像 V を入力とし、これに基づいて左右両眼の視差画像 I_L 、 I_R や、非立体視用画像 I_M を各時相で生成し、生成された各画像を時系列順に切り替えて表示するようにすれば、動画的な表示も可能になる。特に、左右の視差画像 I_L 、 I_R の同期を取って切替表示することにより、立体視を伴う動画表示が実現される。

40

【0099】

さらに、表示制御部15は、立体視表示の際、被検体を表す画像だけでなく、例えば図18に示したように、立体視表示された画像上で画像処理ワークステーション4のポインティングデバイスの右クリック操作を行った際に表示されるサブメニューや、図19に示したような、表示された画像における被検体の向き(H=頭側(Head)、A=前側(Anterior)、R=右側(Right))を表すアイコンもあわせて立体視表示させるようにしてもよい。

【符号の説明】

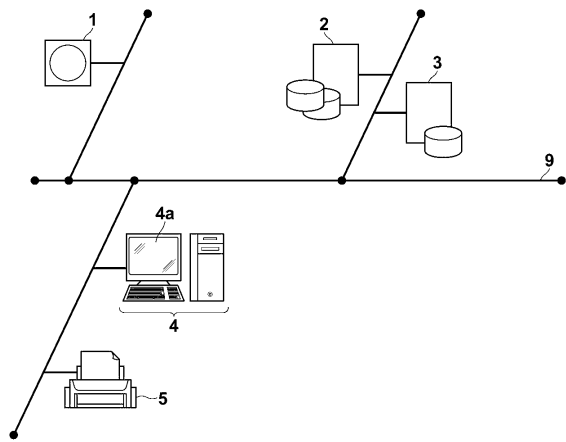
【0100】

1 モダリティ

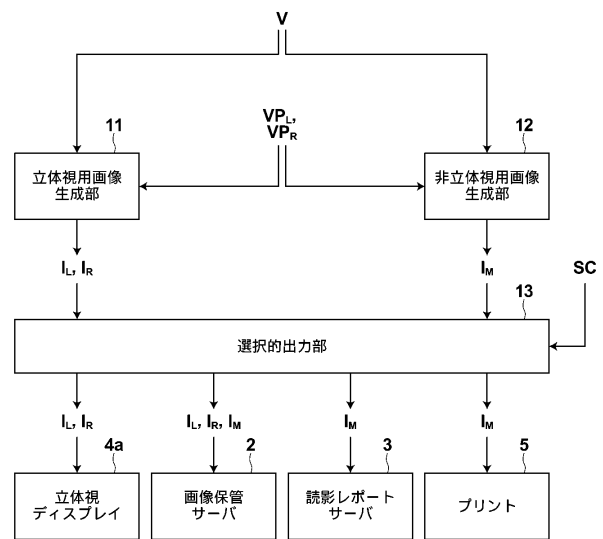
50

- 2 画像保管サーバ
- 3 読影レポートサーバ
- 4 画像処理ワークステーション
- 4 a 立体視対応ディスプレイ
- 5 プリンタ
- 9 ネットワーク
- 1 1 立体視用画像生成部
- 1 2 非立体視用画像生成部
- 1 3 選択的出力部
- 1 4 断面画像生成部
- 1 5 表示制御部

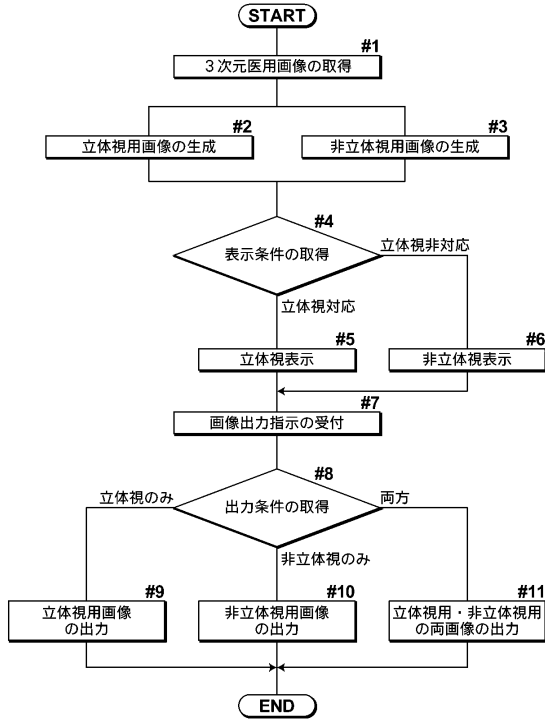
【図1】



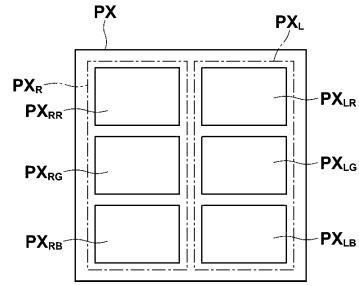
【図2】



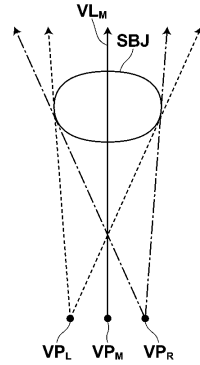
【図3】



【図4】



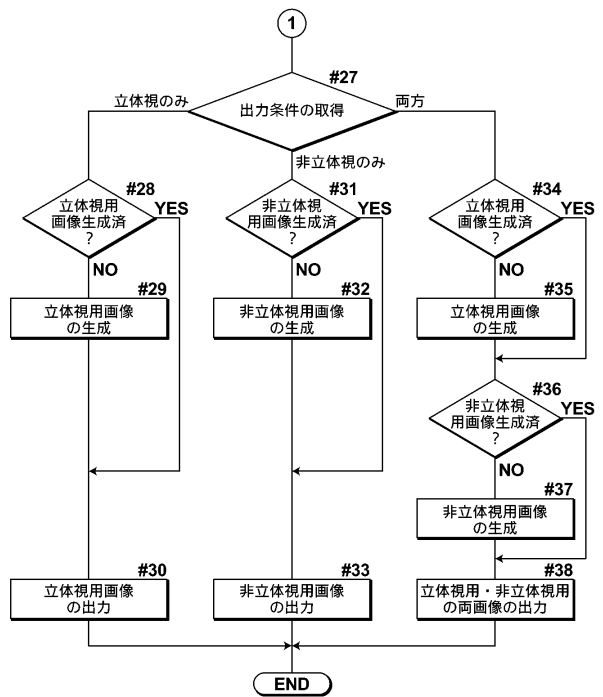
【図5】



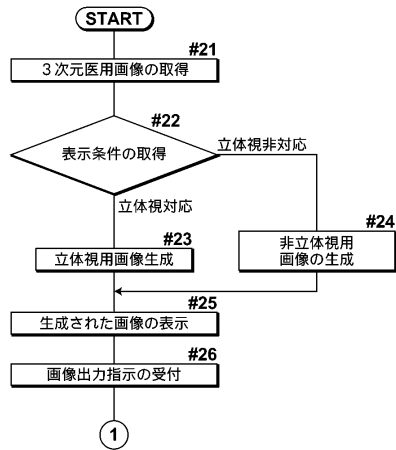
【図6】

出力先	立体視用画像	非立体視用画像
立体視対応ディスプレイ	Y	N
立体視非対応ディスプレイ	N	Y
画像保管サーバ	Y	Y
読影レポートサーバ	N	Y
プリンタ	N	Y

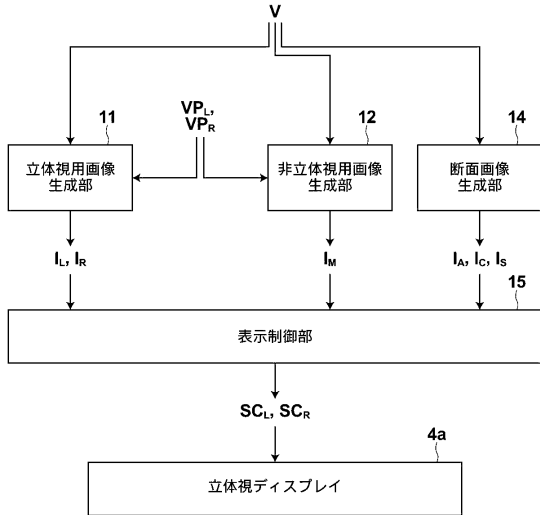
【図7B】



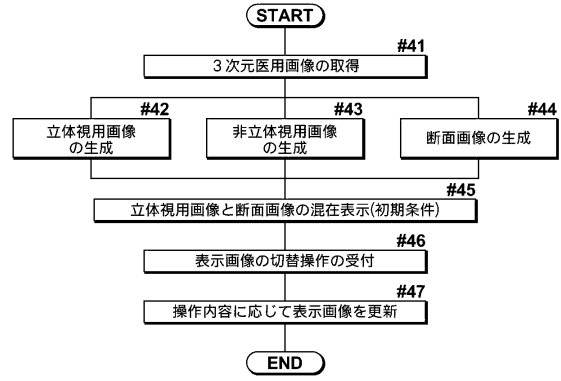
【図7A】



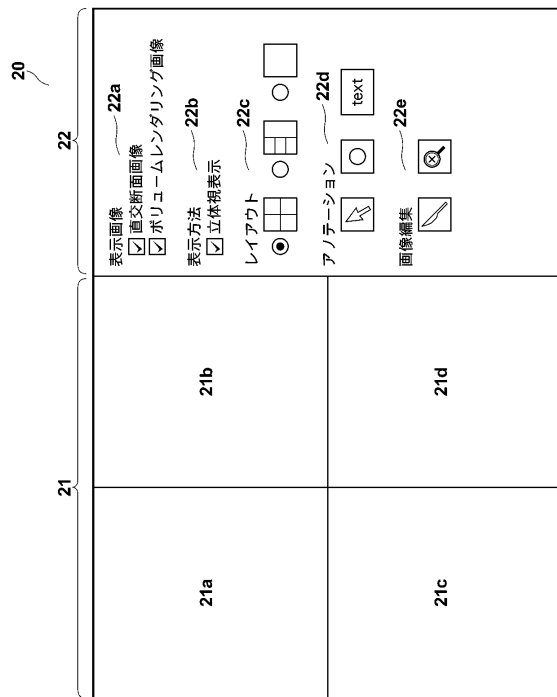
【図8】



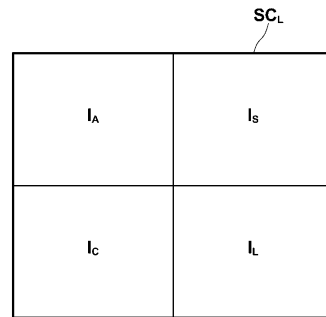
【図9】



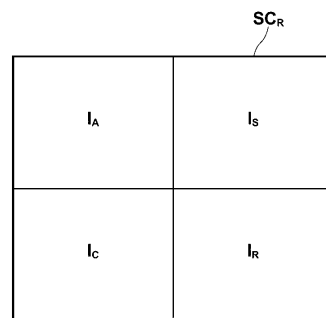
【図10】



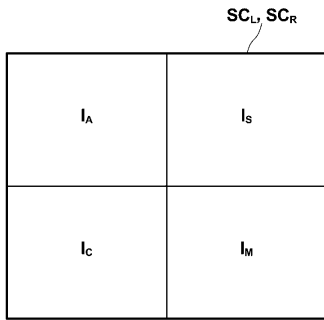
【図11A】



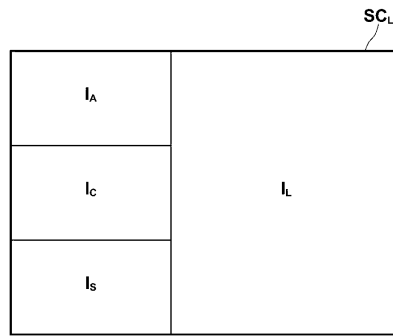
【図11B】



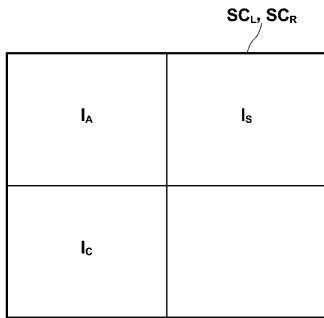
【 1 2 A】



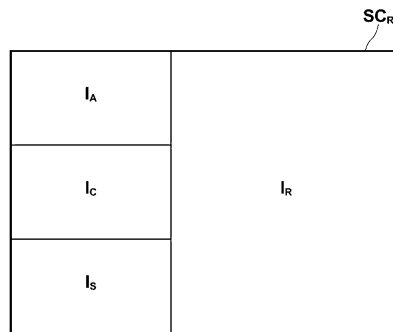
【 1 4 A】



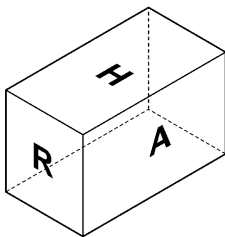
【 1 3 A】



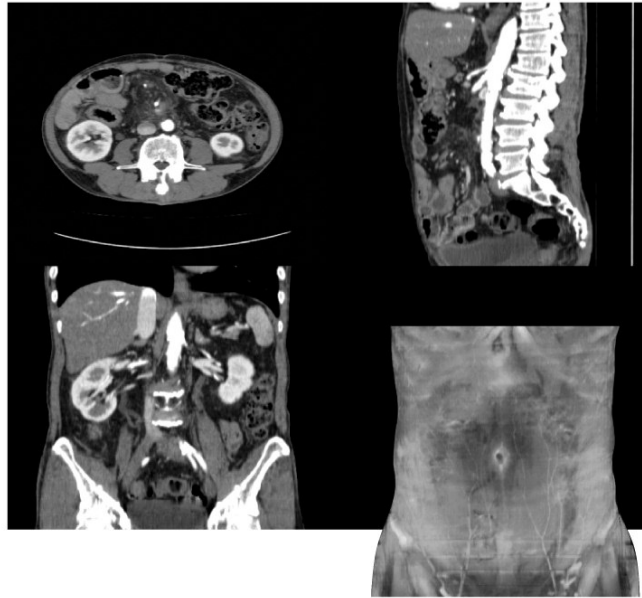
【 1 4 B】



【 1 9】



【 1 1 C】



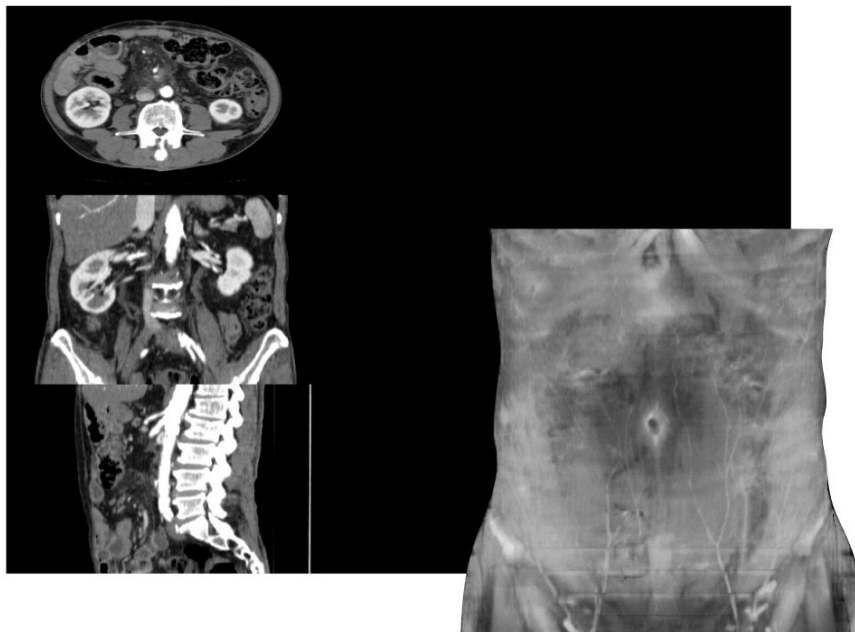
【 1 2 B】



【 1 3 B】



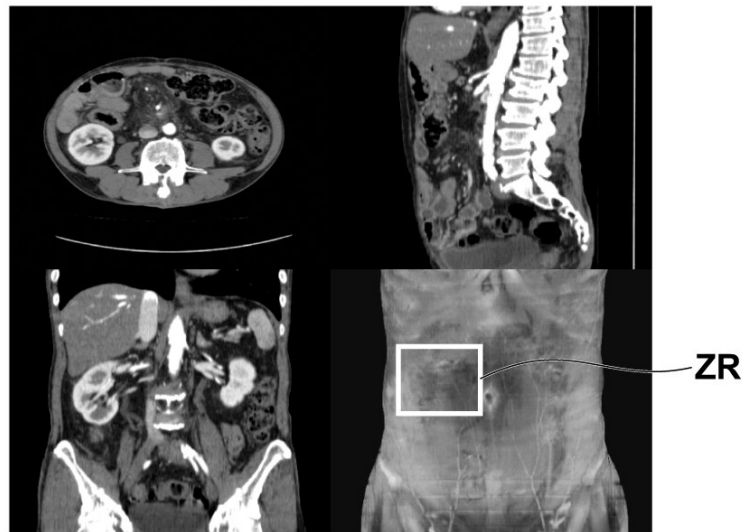
【 1 4 C】



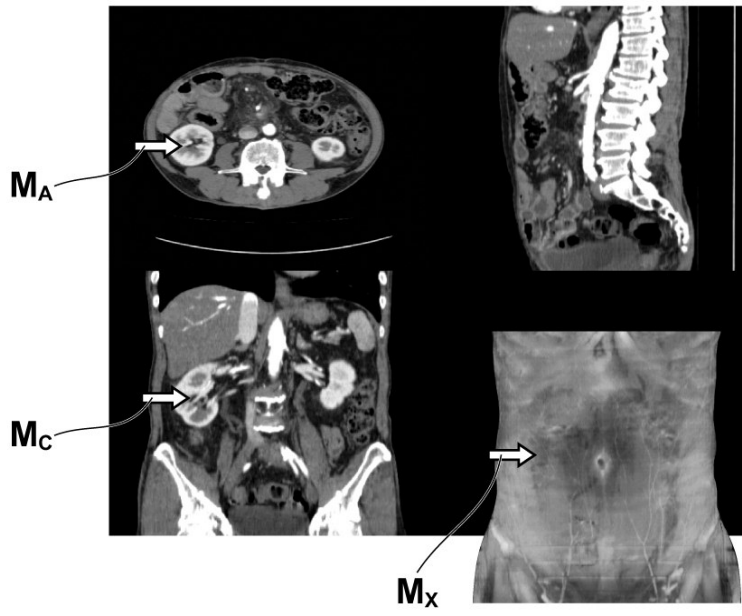
【 15 】



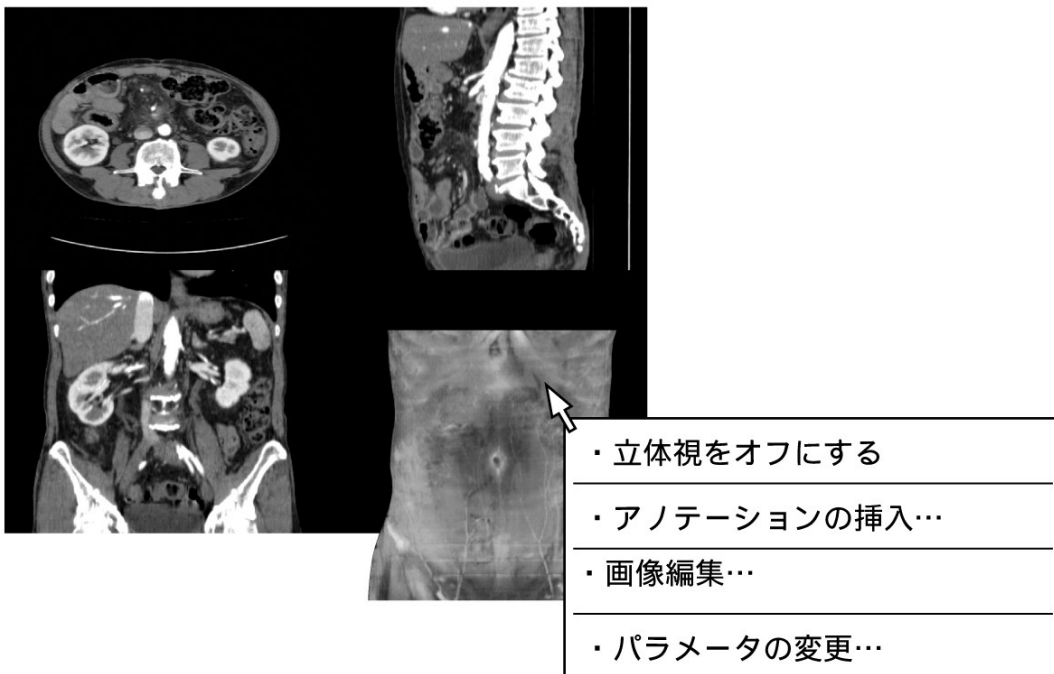
【 16 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平03 - 231643 (JP, A)
特開2000 - 107173 (JP, A)
特開2006 - 121553 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 6/03