

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4482450号
(P4482450)

(45) 発行日 平成22年6月16日 (2010. 6. 16)

(24) 登録日 平成22年3月26日 (2010. 3. 26)

(51) Int. Cl.	F I
G 0 6 T 15/00 (2006.01)	G 0 6 T 15/00 2 0 0
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 G

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-532372 (P2004-532372)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成15年7月31日 (2003. 7. 31)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2005-537558 (P2005-537558A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成17年12月8日 (2005. 12. 8)		オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/IB2003/003384		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02004/021284		1
(87) 国際公開日	平成16年3月11日 (2004. 3. 11)	(74) 代理人	100070150
審査請求日	平成18年7月28日 (2006. 7. 28)		弁理士 伊東 忠彦
(31) 優先権主張番号	02078538. 2	(74) 代理人	100091214
(32) 優先日	平成14年8月27日 (2002. 8. 27)		弁理士 大貫 進介
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重
		(72) 発明者	フェルドンク, ベルト エル アー
			オランダ国, 5 6 5 6 アーアー アイン
			ドーフエン, プロフ・ホルストラーン 6
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操作及び定量化のためにリフォーマットを直線にする方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

細長いサブジェクトを含む元のオブジェクトデータセットから真っ直ぐにされたリフォーマットを記述するオブジェクトデータセットを生成する方法において、前記元のオブジェクトデータセットから、前記細長いサブジェクトを横切る最初の横断面スライスが作成され、また、前記細長いサブジェクトを横切る少なくとも1つの更なる横断面スライスが作成される方法であって、

プロセッサによって、各横断面スライスにおいて基準方向が決定され、

前記オブジェクトデータセットは、前記プロセッサによって、前記横断面スライスを連結することにより作成され、

各横断面スライスは、前記横断面スライスにおける前記基準方向が揃えられるよう方向付けられることを特徴とする方法。

【請求項 2】

各横断面スライスにおける前記基準方向の決定は、前記最初の横断面スライスにおける最初の基準方向を決定し、伝搬により、前記最初の基準方向から前記少なくとも1つの更なる横断面スライスにおける前記基準方向を得る方法を有することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項 3】

前記決定された最初の基準方向は、前記少なくとも1つの更なるスライスのそれぞれに直接伝搬されることを特徴とする請求項2記載の方法。

10

20

【請求項 4】

前記最初の横断面スライス及び前記少なくとも 1 つの更なる横断面スライスは、一連の横断面スライスの連続を形成し、

前記少なくとも 1 つの更なる横断面スライスにおける各横断面スライスにおける前記基準方向は、伝搬により前のスライスにおける前記基準方向から得られることを特徴とする請求項 2 記載の方法。

【請求項 5】

各横断面スライスにおける前記基準方向の決定は、第 1 の横断面スライスにおける第 1 の基準方向を決定し、最後の横断面スライスにおける最後の基準方向を、前記第 1 の横断面スライスと前記最後の横断面スライスとの間に少なくとも 1 つの介在横断面スライスがあるよう単独で決定し、前記第 1 の横断面スライスにおける前記第 1 の基準方向と前記最後の横断面スライスにおける前記最後の基準方向を境界条件として用いながら前記介在横断面スライス全体の基準方向の変化を最適化することにより、前記介在横断面スライスにおける前記基準方向を得る方法を有することを特徴とする請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 6】

前記第 1 の横断面スライスにおける前記第 1 の基準方向から前記最後の横断面スライスにおける前記最後の基準方向までの間の任意の 2 つの連続する基準方向間の相対向きにおける変化は最小限にされることを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 の横断面スライスと前記最後の横断面スライスとの間の少なくとも 1 つの介在横断面スライスのグループから追加の横断面スライスが選択され、

20

前記追加の横断面スライスにおいて追加の基準方向が決定され、

前記第 1 の横断面スライスと前記追加の横断面スライスとの間と、前記追加の横断面スライスと前記最後の横断面スライスとの間の前記介在横断面スライスにおける前記基準方向は、前記第 1 の基準方向、前記追加の基準方向、及び前記最後の基準方向を境界条件として用いながら前記横断面スライス全体の基準方向の変化を最適化することにより得られることを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 8】

前記横断面スライスは、前記横断面スライスの前記基準方向が、前記オブジェクトデータセットにおいて同じ角度向きにあるよう前記真っ直ぐにされたリフォーマットを記述する前記オブジェクトデータセットにおいて揃えられることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

30

【請求項 9】

前記オブジェクトデータセットの画像が表示装置で表示されることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちいずれか一項記載の方法。

【請求項 10】

細長いサブジェクトを含む元のオブジェクトデータセットから作成される該細長いサブジェクトの一連の横断面スライスを含む、真っ直ぐにされたリフォーマットを生成するための命令を有するコンピュータプログラムであって、

40

各横断面スライスにおいて基準方向を決定するための命令と、

個々の基準方向の整列により前記横断面スライスを揃えるための命令と、

を更に有することを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 11】

画像を生成し、表示し、且つ使用するために構成されるワークステーションであり、細長いサブジェクトを含む元のオブジェクトデータセットから作成される該細長いサブジェクトの一連の横断面スライスを含む、真っ直ぐにされたリフォーマットを生成するための命令を有するワークステーションであって、

各横断面スライスにおいて基準方向を決定するための命令と、

個々の基準方向の整列により前記横断面スライスを揃えるための命令と、

を更に有することを特徴とするワークステーション。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、細長いサブジェクトを含む元のオブジェクトデータセットから直線にされたリフォーマットを記述するオブジェクトデータセットを生成する方法であって、その元のオブジェクトデータセットから、その細長いサブジェクトを横切る最初の横断面スライスが作成され、また、その細長いサブジェクトを横切る少なくとも1つの更なる横断面スライスが作成される方法に係る。

【背景技術】

【0002】

3次元オブジェクトデータセットにおける複雑且つ蛇行性の構造の明瞭な視覚化は、イメージングにおいて難しい課題である。特に、医学イメージングでは、多くの蛇行性オブジェクトの例がある。動脈、静脈、神経、及び下部消化管は全て、周囲の組織に対して高い度合いの蛇行性を示す構造の例である。この特有の曲折により、これらの構造を、従来のイメージング方法の使用後に表示することは困難である。

【0003】

現代のイメージングは、3次元のオブジェクトデータを、2次元のコンピュータ画面又は一部の他の表示装置上で見ることを可能にする。実用的な目的から、表示装置は、X線フィルム又はプリントアウトといったような画像のハードコピーを有する。このデータは、通常は、イメージング処理、例えば、コンピュータ断層撮影術、磁気共鳴撮像術、超音波術の出力であり、検査下のオブジェクトの定量化及び性格付けのための情報を含む。2次元画面に内在する制限は、情報の表示を平らな画像に制限してしまうが、様々な技術がこれらの画像の有用性を最大限にするよう一般的に用いられている。ボリュームデータは、従来から、一連の2次元スライスとして示されてきたが、ボリュームレンダリングの技術は、例えば、3次元のオブジェクトを、固体のオブジェクトを暗示させる特徴を与えながら2次元の画面上に投影として表示することを可能にする。固体の表面を示唆する陰影、又は、固体構造の1つの部分を示唆する部分的な陰影といったこれらの特徴は、空間的に広がったオブジェクトの印象を与え、平らな投影を3次元の形として解釈するよう観察者の目を騙す。

【0004】

広いボリュームの組織内の蛇行性オブジェクトに適用されるボリュームレンダリングは、その組織内のねじれたオブジェクトの位置をハイライトすることが可能である。一般的に、検査下の蛇行性オブジェクトは、周囲の組織ボリューム内に固体としてレンダリングされることが可能である。この周囲の組織ボリュームは、内在する屈曲性のある構造の視覚化を可能にするために少なくとも部分的に透明にレンダリングされる必要がある。従って、ある範囲の曲がりねじれた構造を見ることができるようになる。しかし、任意の解剖学的な蛇行性の構造を含む組織のボリューム全体は、通常、1つの方向からのみ見られる。この1つの方向は、画面上に示される方向である。任意の凸凹、直径の変化、及び構造の軸に沿ってのその構造の急な曲げも同じ方向から見られ、また、投影の方向に依存して、視覚情報を描写しない歪みが結果として発生し得る。特に、隠れている病気の進行を示唆し得る管状の蛇行性構造の収縮部分又は拡大部分が、明瞭にレンダリングされない場合がある。

【0005】

一部の管状構造における収縮部分と拡大部分を解析する方法における問題の一部は、オブジェクトをその自然軸の1つに沿って常に再構成することにより解決することが可能である。例えば、大きく直線の動脈に沿っての収縮部分は、動脈の長さを含む2次元スライスには明瞭に見えるであろう。しかし、これは、動脈又は他の構造が蛇行していると現実味のある選択肢ではない。このような構造に本来備わる蛇行性によって、収縮部分又は拡大部分の存在を正確に認識するために、構造の十分な長さを明瞭に露わにする面に3次元画像情報を表示することは非常に困難である。蛇行性構造のねじれという性質によって、

10

20

30

40

50

この構造は、再構成された任意の2次元面において内側にねじれ込んだり外側にねじれ込んだりする。構造の全長を追跡しようと試みることは、ますます広がっている元のオブジェクトデータセットにおける位置及び角度の範囲でより多くの2次元面が再構成されるので、時間及び労力が必要となる。

【0006】

ねじれた蛇行性の構造を見ることの問題は、直線化リフォーマッティングとして知られる再構成方法により部分的に解決される。この方法では、蛇行性の構造を表す画像データを含む3次元オブジェクトデータセットは、ねじれた構造が直線の配列で表示される更なる画像を生成するようリフォーマットされることが可能である。蛇行性の構造は、両端を掴まれまっすぐに引っ張られたかのように画面上に表示される。従って、本来備わる蛇行性は取り除かれる。これを達成する方法は、WO 01/37219 A1に記載される。これは、ボリューム測定データ内の蛇行性の構造を分離し、その構造の軸を決定し、その軸に沿っての選択点において平面を構成することにより、ボリューム測定画像を直線データにリフォーマットする方法を開示する。ボリューム測定データは次にこれらの平面に沿ってリフォーマットされ、その一連の平面画像から最終画像が再構成される。

10

【0007】

しかし、新しいデータセットが、単純に或る間隔で横断面スライスを再構成し、新しいデータブロックを作成するようそれらのスライスを組み合わせることにより形成される場合、新しいデータセットから得られる結果としての画像には小さな不連続性がある。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、新しいオブジェクトデータセットにおけるデータのアレイにおける不連続性を低減する直線にされたリフォーマットを生成することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この目的は、本発明の方法により達成される。本発明の方法は、各横断面スライスにおいて基準方向が決定され、オブジェクトデータセットは、横断面スライスを連結することにより作成され、各横断面スライスは、横断面スライスにおける基準方向が揃えられるよう方向付けられることを特徴とする。

30

【0010】

データの横断面スライスは、データセットにより表現されるボリューム内の任意の角度においてオブジェクトデータセットにおいて計算且つ生成されることが可能である。一般的な直線化リフォーマット方法は、蛇行性構造に対し垂直な向きで形成され互いの上に積み重ねられた横断面スライスは、各スライス内の同じ位置において蛇行性構造を含むならば、新しいオブジェクトデータセットを生成するという前提に基づいている。この新しいオブジェクトデータセットでは、蛇行性構造を記述するデータ点は、この新しいデータセットの表示が局所的に画成されるボリューム内に蛇行性構造における材料の画像を生成するようまとめられる。この局所的に画成されるボリュームは、直線又は管である。

【0011】

40

一塊りの組織内の蛇行性構造を記述するデータ点をサンプリングするために用いる横断面スライスは、幾つかの方法で構成することが可能である。1つのそのような方法は、WO 01/37219 A1に開示される。しかし、別の方法も存在する。多くの他の方法は、その構造の軸の初期識別に基づいており、また、その軸を識別するために幾つか周知の技術がある。1つの例として、管状構造に適用可能な1つの方法では、或る長さの管を周囲の組織から切り離し、軸だけが残るよう管の直径を徐々に「細く」する。

【0012】

これらの横断面サンプリング方法のいずれも結果として一連の横断面のスライスをもたらし、各スライスは、或る長さの蛇行性構造全体に亘ってスライスに対し基本的に垂直である蛇行性構造の横断面を含み、蛇行性構造はその或る長さに沿ってスライスと交差する

50

。各横断面スライスが、オブジェクトデータセットにおいて計算されるように蛇行性構造に中心が合わされている限り、蛇行性構造の含まれたセクションは、各横断面スライスの中心に維持される。スライスが最終的に積み重ねられると、これらの横断面スライスは、元の組織を記述する元の情報の一部を含むが新しい方向に方向付けられた新しいオブジェクトデータセットを生成する。それぞれ異なる横断面スライスから寄与される蛇行性構造の一連の部分は、蛇行性構造を直線構造にリフォーマットする。

【0013】

各横断面において基準方向を決定することが可能である。この基準方向は、各計算された横断面における向きを決定する数学的な概念である。従って、基準方向は、計算された横断面の中心に含まれる元の屈曲した構造の横断面部分からデータの横断面の縁に向かって外側に延在すると想像することが可能である。そのようにすると、横断面が指し示すことのできる又は横断面が方向付けされることが可能となる方向を形成すると想像することが可能である。上述したような基準方向は、横断面の集合を新しいオブジェクトデータセットにおいて再生可能及び明白な方法で方向付けることを可能にする。

【0014】

横断面の連続がスタックに形成され、蛇行性構造の部分を含む横断面の中心が1つの軸方向に揃えられる場合、基準方向は、全て、この軸中心から放射外方に延在する。これらの基準方向は、スタック、即ち、連続における様々な横断面が互いに対し揃えられる又は方向付けられることが可能となるモードを提供する。

【0015】

本発明では、そのような一連の横断面のみが形成され、横断面のアレイは、全ての基準方向が同じ角度方向に沿って指し示すまで中心半径軸について個々に回転される。これは、様々な横断面を特定の配置に揃える。基準方向は、各横断面スライスにおいて一度決定されると、その方向に固定される。

【0016】

基準方向は、幾らかランダムなパターンで決定されることが可能であるが、これは、スライス向きのランダムな相関性を結果としてもたらししてしまう。或いは、既知の数学的記述を用いて基準方向のセットを生成することが可能である。例えば、3つの直交ベクトルによって3次元曲線の数学的記述を与えるフルネ（Frenet）標構を用いて、各横断面に、中心軸の曲率と蛇行性に関連する基準ベクトルを与え得る。各スライスに対して1つのベクトルであるこれらのベクトルのセットは、必要な基準方向を構成し得る。そして、横断面の整列は、本発明の残りに従って行われる。しかし、数学的方法は、その独自の固有の制限を有する。例えば、典型的なフルネ基準システムは、ねじれた曲線を正確に記述することが可能なベクトルのセットを生成するが、ベクトル間に不連続性を含み得、その結果記述しようとする蛇行性自体も不連続性を含み得る。これらのベクトル及びその計算の詳細は、上級数学教科書、及び、Ecole Nationale Supérieure des Telecommunicationsにおいて1996年10月28日に提出されたBert Verdonckによる博士論文「Blood vessel segmentation, quantification and visualization for 3D MR and spiral CT angiography」に記載される。

【0017】

本発明の1つの面では、最初の基準方向は、最初の横断面において決定され、且つ、後続の横断面における一連の基準方向を決定するための基礎として用いられる。

【0018】

更なる基準方向を次得ることは、幾つかの方法で達成することが可能である。本発明の1つの実施例では、この最初の基準方向が、次の横断面のそれぞれに伝搬される。従って、第1の基準方向の元の向きは、2つの横断面の互いに対する相対向きを考慮に入れながら、更なる横断面のそれぞれに数学的に移動させられる。これは、最初の横断面と更なる横断面の各組合わせに対し繰り返される。この伝搬は、様々な方法で数学的に行われることが可能である。重要な点は、それぞれ異なる横断面スライス内にある新しい基準方向のセットを達成し、この新しい基準方向のセットによりスライスを揃えることを可能とする

10

20

30

40

50

ことである。

【0019】

単純な数学的な例を用いて、このことを実践において達成する方法を説明する。蛇行性構造の軸を構成する曲線は、全ての点において、その曲線が動く方向を識別する接線ベクトルにより記述される。横断面がこの曲線を横断する位置は、この曲線に沿っての一連の点を記述し、また、これらの点のどれに対しても、当該の点における接線に直角である基準方向を見つけることが可能である。この基準方向は、曲線に沿っての次の点に数学的に移動させられ、そこに再配置されることが可能である。この次の点において、並行移動された基準方向は、単に空間における向きを記述するだけであって、曲線を記述する線が前の接線方向から外れている場合には曲線に沿っての次の点と一致する横断面の中にはない。しかし、並行移動された基準方向は、元の方

10

【0020】

このことは、この新しい点における接線ベクトルに垂直な第3の方向が決定されると達成可能である。それ自体が第2の接線に対し垂直である任意の線が、その接線についての 2π の向きのうちの任意の向きを取ることが可能であり、というのは、その線は、接線に対し垂直であることを維持しながら平面を掃き出し(sweep out)することが可能だからである。ある向きが、その接線を含む別の平面を決定することにより決定されると、第3の線の方向を、その方向はこの平面に対し直角であると定めることにより作成することができる。このような平面は、その接線の方向と軸の曲線上の前の点により形成される。或いは、同等に実行可能であるが異なる平面を、曲線上の新しい点と前の接線方向により形成してもよい。どちらの場合においても、元の基準方向が並行移動された曲線上の点を横断する新しい平面が決定される。そして、新しい点においてこの平面を横断する直線を形成することが可能となる。新しい横断面における新しい基準方向は、その新しい線が横断面内に完全に入るようその新しい線について平行移動された基準方向を数学的に回転させることにより生成される。この横断面内にあるこの向きが、新しい基準方向を構成する。

20

【0021】

この処理は、横断面の全アレイに亘って全ての後の横断面に繰り返され得る。

【0022】

任意の1つの平面における基準方向が任意の別の平面に伝搬される他の既知の数学的方法もある。例えば、更なる例は、「Blood vessel segmentation, quantification and visualization for 3D MR and spiral CT angiography」に記載される。

30

【0023】

別の実施例において、最初の横断面スライスにおける基準方向は、新しい基準方向を作成するよう後のスライスに伝搬され、この新しい方向は、次の基準方向を作成するようその後のスライスに伝搬される。この処理は、全てのスライスが関連付けられる基準方向を有するまで一連のスライス全体に繰り返される。本発明のこの変形では、各基準方向と、後のスライスの基準方向との間により密接な関係がある。スライスを積み重ね、スライスを基準方向に応じて揃える処理は、その後普通通りに進めることが可能である。

40

【0024】

各横断面スライス内に基準方向を設定する別の実施例も可能である。本発明のこの更なる面では、第1の横断面及び最後の横断面は共に、横断面の全グループから選択されることが可能であり、基準方向がそれぞれにおいて決定される。これらの2つの決定された基準方向は、中間基準方向のセットへの制約として使用する。そして、中間基準方向は、第1の基準方向と最後の基準方向を端点として使用し、基準方向の向きの変化が第1の基準方向と最後の基準方向との間の曲線に沿って最適化されるようにして得ることが可能である。このことは、再構成された直線リフォーマットにおける1つの横断面スライスから別の横断面スライスへの不連続性を回避する。

【0025】

50

このことは、以下のように実践において達成されることが可能である。この技術は、第1の横断面と最後の横断面を決定することが可能である或る連続長さの蛇行性構造の直線にされるリフォーマットの再構成に適用可能である。第1の横断面及び最後の横断面は、直線にされるリフォーマットを記述する新しいオブジェクトデータセットの全体の元の第1の横断面及び最後の横断面である必要はない。制約となる基準方向が、第1の横断面スライス及び最後の横断面スライスにおいて選択又は決定され、基準方向の全集合に亘って基準方向の向きにおける変化を積算することによって、介在基準方向全体に総数最小化が行われ、結果として得られる整数値を最小限にする。このことを達成することが可能な数値解は、当該技術において周知である。結果として、基準方向のセット全体は、再構成された構造の或る長さに亘っての向きにおける変化は最小限となる。

10

【0026】

この最適化の方法は更に使用され得る。第1の基準方向及び最後の基準方向が、第1の横断面及び最後の横断面において設定されるならば、第1の横断面と最後の横断面との間の幾つかの追加の横断面における追加の基準方向も独自に決定可能であり、これらの3つの基準方向は全て境界点として使用される。第1の横断面と最後の横断面との間の横断面スライスは、自然に2つのグループ、即ち、第1の横断面と追加の横断面との間のスライスと、追加の横断面と最後の横断面との間のスライスに分かれる。これらの2つの横断面のサブセットの両端における各基準方向は、各セットにおける介在基準方向の最適化を可能にする境界基準方向として機能する。

【0027】

20

本発明の伝搬実施例における元の基準方向の選択、又は、最適化実施例における任意の決定された基準方向の選択は、比較的容易である。これらは、ユーザにより単に選択されてもよい。これは、例えば、考慮される構造の特定の解剖学的構造が、他の向きよりもより有用であるよう特定の向きをレンダリングするときに選択され得る。例えば、構造が分岐動脈である場合、基準方向は、動脈の分岐構造が特に明瞭にレンダリングされた最後の画像における向きを生成するよう選択され得る。任意の基準方向の向きに特定の視覚的制約がない場合、それらは、画像処理システムにより自動的に選択されることが可能である。このことが行われ得る一例として、ねじれた曲線を記述する一連の数学的ベクトルを決定することが可能であることは既に説明してある。そのようなベクトルのセットが供給されて、基準方向は、元のオブジェクトデータセットを記述する最も近い座標系の軸に一番近似する数学的ベクトルであるよう選択することが可能である。つまり、第1の基準方向を見つけないという問題は、数学的に解決することが可能であり、このことを行うことができる方法が存在する。

30

【発明を実施するための最良の形態】**【0028】**

本発明のこれらの及び他の面を、図面を参照しながら更に説明する。

【0029】

図1は、イメージングの実践における本発明の使用を示す。101は、一部の蛇行性構造102を含むオブジェクトデータセットである。ここでは、102は、動脈であり得る。複数の横断面103を計算することが可能であり、各横断面は、蛇行性構造102の小さな横断面を有する。蛇行性構造は、このように元のオブジェクトデータセット101からサンプリングされる。

40

【0030】

図2は、本発明による新しいオブジェクトデータセットの形成を示す。ここでは動脈である蛇行性構造201は、横断面203の連結から新しいオブジェクトデータセットを再構成することにより再構成される。元のオブジェクトデータセットから形成される横断面は、これらの図面において四角形として描写する。しかし、これは、本発明の方法に必須条件ではない。実際には、任意の形状の横断面を、任意のサイズで、少なくとも互いにそのような横断面を連結可能であるよう蛇行性構造についての横断面情報を含む限り形成し得る。

50

【0031】

図3は、本発明により再構成された新しいオブジェクトデータセットを示す。元の蛇行性構造301は、横断面302の再構成により再構成される。この新しいオブジェクトデータセットは、他の任意のオブジェクトデータセットと同じように見ることができるようになる。新しいオブジェクトデータセットの任意の部分を通るスライス形成することが可能であり、それは、ボリューム視覚化技術と、蛇行性構造403の中心に沿ってのフライスルーが施される。

【0032】

図4は、本発明により、横断面スライス401において方向付けられた基準方向402を示す。基準方向402は、蛇行性構造の一部を含む横断面スライス401の中心について任意の方向に数学的に指し示すことが可能である。

10

【0033】

図5は、本発明の基準方向を有する新しいオブジェクトデータセットの重ねられた横断面を示す。横断面スライス501のセットでは、各横断面は、蛇行性構造502の一部と、基準方向503を含む。

【0034】

図6は、本発明により全ての基準方向603を一直線とするよう中心部分602について再度方向付けられた蛇行性構造の横断面を含む横断面スライス601を示す。

【0035】

図7は、本発明により1つの横断面スライスから別の横断面スライスへの基準方向の伝搬(propagation)を行う方法を示す。図7は、2次元に適用される方法を示す。この方法は、容易に3次元に拡大することができる。点704及び705において交差する2つの垂直横断面スライス702及び703を有する2次元曲線701を示す。これらの点において接線ベクトルを決定することが可能であり、ベクトル706は、スライス702上の点704における接線であり、ベクトル707は、スライス703上の点705における接線である。ベクトルであり、点704から出る代表の基準方向708が、横断面スライス702内に決定され、これは、スライス703における点705から出るよう移動させられる。701の曲率により、ベクトル708は、705におけるスライス、即ち、703内に位置しなくなる。従って、点705において、707と点704を含む平面に垂直な線である新しい軸が決定される。線701は、2次元内に位置するよう制限されるので、707及び704の両方を有する平面自体は、図面と同じ平面内にある。このことは、この方法が2次元より上の次元に拡大される場合は必ずしもそうである必要はない。新しい軸は710として示し、点705から出るベクトル708は、スライス703内となるまで710について回転される。このようにすることにより、それは、新しい基準方向709となる。

20

30

【0036】

図8は、本発明による基準方向の変化の最適化を示す。一連の横断面スライス801を示し、第1のスライス802は第1の基準方向804を有し、最後のスライス803は最後の基準方向805を有する。第1の基準方向及び最後の基準方向は共に、境界基準方向として使用される。間にある基準方向806は、804及び805を境界基準方向として使用する最適化ストラテジを用いて見つけられる。

40

【0037】

図9は、本発明による2つの介在スライスサブセットに亘っての基準方向の変化の最適化を示す。ここでは、決定された基準方向904を有する第1のスライス902と、決定された基準方向905を有する最後のスライス903を有する同様の横断面スライス901のセットを示す。しかし、横断面スライスの介在グループにおける追加の横断面スライス906も、決定された基準方向907を有する。904乃至907と、907乃至905の間の全ての介在基準方向は、スライス902、903、及び906における決定された基準方向を境界条件として用いる最適化ストラテジから見つけられる。

【0038】

50

上述したように、本発明により、画面上に画像形式で表示可能であり、また、元の曲がりくねった構造についての有用な情報のために検査可能な新しいオブジェクトデータセットを結果として得ることができる。この再構成の方法は、蛇行性の形状についての重要な元の情報を失わないで維持する。特に、構造の幅又は直径は、直線化されたリフォーマットとして表示された方がより容易に見ることが可能である。直線にされる屈曲性の構造は管状でもあり、従って、内面を有する場合、構造の口径、即ち、内径も本発明を用いてより容易に見ることが可能である。

【0039】

従って、本発明は、組織のボリューム内のねじれた構造の視覚化のための強力なビューイングツールを提供し、結果として得られるリフォーマットされた画像データは、標準的な画像及びボリューム処理技術を用いて処理されることが可能である。例えば、新しいオブジェクトデータセットを横断するよう計算される2次元画像スライスは、直線にされた構造の長手方向の横断面を含むよう構成されることが可能である。それらは、新しいオブジェクトデータセット内の情報に対して一連の様々な角度において計算されることが可能であり、従って、直線にされた構造の様々な視野を提示することが可能である。連続的に提示される一連のこれらのスライスは、直線にされた構造が回転する印象を与え、その直線にされた構造を一連の様々な角度方向から見ることを可能にする。構造の壁の厚さといった属性も、構造の他の部分に対して明確に見ることが可能となる。この固有の本発明の方法は、このことをかなり容易に達成することを可能にする。新しい直線にされた構造の軸をそれぞれ含む横断面スライスは、揃えられた基準方向の位置に対する一連の角度において新しいオブジェクトデータセットから計算することが可能である。

【0040】

全横断面における基準方向がその向きを得る実施例から、本発明はその利点を得られる。本発明は、元のデータセットから得られた再構成された平面が、互いに対し幾らかの空間関係を維持することを可能にする。このようにすると、結果として得られる画像データにおける歪みは最小限となる。空間において自身もねじれている蛇行性構造は、自身の構造に対してもねじれている。ねじれた軸に沿う後続の横断面はそれぞれ再構成され、前の横断面上に積み重ねられるので、形成された新しい構造の軸について2 π ラジアン内で任意の角度において方向付けられることが潜在的に可能である。しかし、一部の横断面の向きのみが、結果として得られる直線にされたリフォーマットが、蛇行性のオブジェクトに固有の元の関心の特徴を維持することを可能にする。各横断面スライスにおける基準方向を、多数の横断面における他の基準方向と数学的に関連付けることにより、新しいオブジェクトデータセットにおける情報は、物理的な一貫性を維持する。

【0041】

一例として、元の蛇行性の構造が、内壁の一部分上に一部の構造的な塊を含む動脈である場合、直線にされるリフォーマットが有意義となるには、その塊を含む一連の横断面が、塊内と塊と動脈壁との間の位相関係を維持するような方法で互いに方向付けられなければならないことが期待される。蛇行性オブジェクトの構造の詳細な知識がなければ、採用されるならば、元の地誌的な情報の保持を最大限にする横断面の特定の向きがあることを想定することは妥当であるが、蛇行性オブジェクトの構成及び構造の完全な知識がなければ、これらの向きを正確に決めることはしばしば不可能である。この演繹的情報がなければ、再構成され、直線にされたリフォーマット画像となるよう前の平面上に積み重ねられる任意の平面は、再構成の基礎を形成する蛇行性構造の軸について2 π 内の任意の角度に置かれ得ることが考えられる。癒着した内部塊を有する動脈の場合、これは、最終再構成において塊の部分が互いからずれることにより、その塊の部分を有する物理的構造の表現において不連続性を生成する可能性があり、それにより、重要な視覚情報が不明瞭となってしまう。このような画像が診断目的に用いられるならば、誤診断が発生してしまうかも知れない。しかし、横断面の向き間に数学的な関係が存在するならば、また、本発明はこのことを基準方向と基準方向の互いに対する関係を用いることにより達成するが、新しいオブジェクトデータセットにおける横断面スライスは、提示される元の情報の関係を維持

する配置に制限される。動脈の場合、一連のスライスは、互いに対する相対向きを維持し、再構成は、塊内及び塊と動脈壁との間の位相関係を維持する。

【0042】

固定の選択された基準方向に関連して間にある基準方向を最適化する能力により、本発明は、分岐構造を含む画像を処理することも可能である。本発明を用いて、分岐動脈を直線にすることが可能であり、また、分岐の相対向きが、観察者により揃えられる。観察者が、2つの端点、及び、任意の分岐点を含む任意の介在点における基準方向の方向を固定すると、本発明は、選択された点に関連して間にある組織の画像を直線にし且つねじれをなくす。結果として得られるオブジェクトデータセットは、分岐点の相対向きを1つの平面内に含む。このことは、一連の横断面の両端における2つの基準方向が決定されている限り、任意の数の介在横断面のサブセットに最適化処理を適用することができるので、任意の数の一連の分岐点に適用することが可能である。更に、任意の又は両方の端点基準方向は、分岐点の基準方向となることも可能である。

10

【0043】

本発明の活用は、異なるイメージング問題への更なる適用も可能にする。例えば、関連の基準方向を用いる一連の横断面スライスの再構成は、内部の視覚化のための管状構造の再構成を可能にする。このことの一例は、結腸組織を記述するボリュームデータの再構成及び処理である。このための技術は非常に高度であるので、フライスルーを行うことが可能となり、つまり、或る長さの結腸の内部を移動する印象を観察者に与えることが可能である一連の画像が観察者に提示される。これは、診断における有用なツールである。本発明の方法は、視覚化される結腸を検査する際の角度向きにおける変化を低減してフライスルーを生成する、つまり、観察者に船酔いのような感覚をあまり与えないフライスルーを生成するよう結腸再構成方法に適用され得る。

20

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】 実践における本発明の使用を示す図である。

【図2】 本発明による新しいオブジェクトデータセットの形成を示す図である。

【図3】 本発明の新しいオブジェクトデータセットを示す図である。

【図4】 本発明による横断面スライスにおいて方向付けられる基準方向を示す図である。

【図5】 本発明による基準方向を有する新しいオブジェクトデータセットの重ねられた横断面を示す図である。

30

【図6】 全基準を揃えるよう本発明により再度方向付けられた横断面スライスを示す図である。

【図7】 本発明により1つの横断面スライスから別の横断面スライスへの基準方向の伝搬を行う方法を示す図である。

【図8】 本発明による基準方向の変化の最適化を示す図である。

【図9】 本発明による2つの介在スライスサブセットに亘っての基準方向の変化の最適化を示す図である。

【図 1】

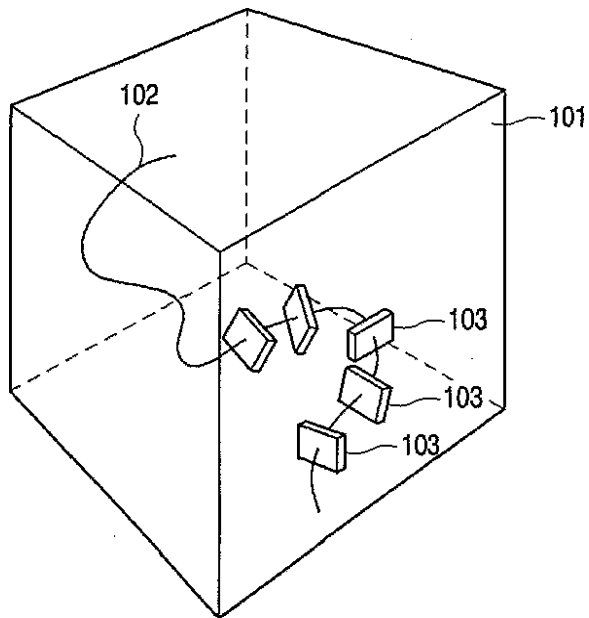


Fig.1

【図 2】

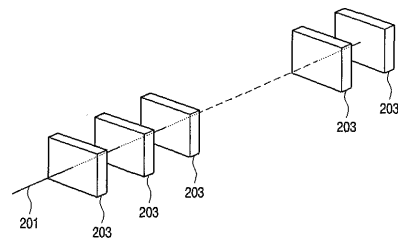


Fig.2

【図 3】

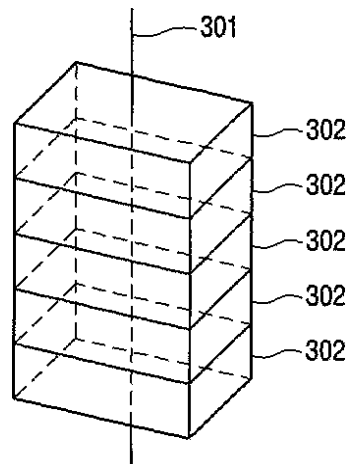


Fig.3

【図 4】

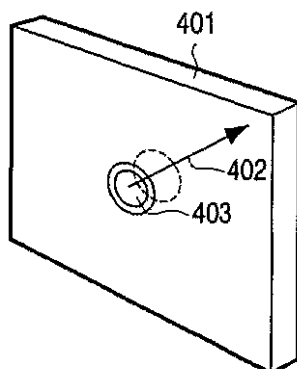
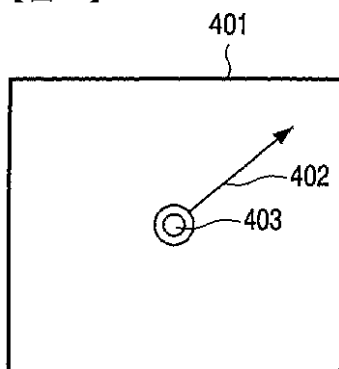


Fig.4

【図 5】

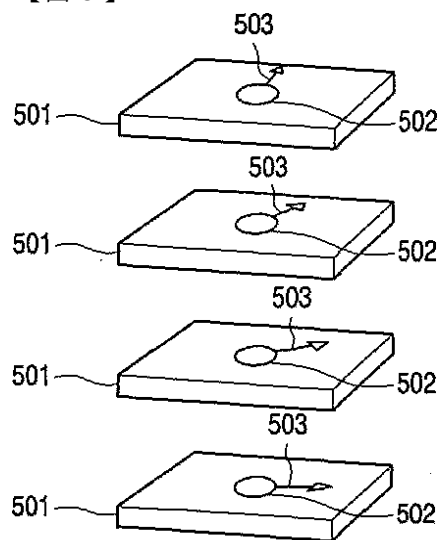


Fig.5

【図 6】

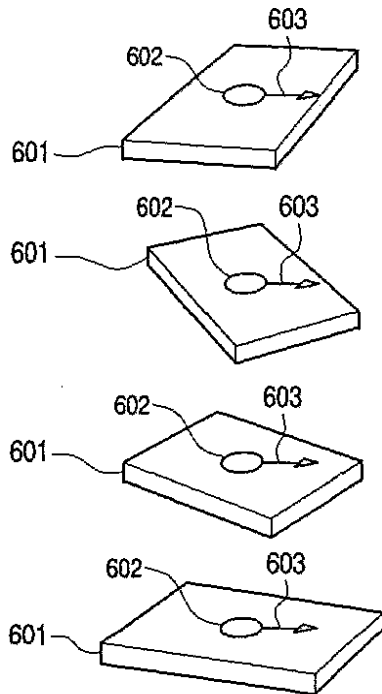


Fig.6

【図 7】

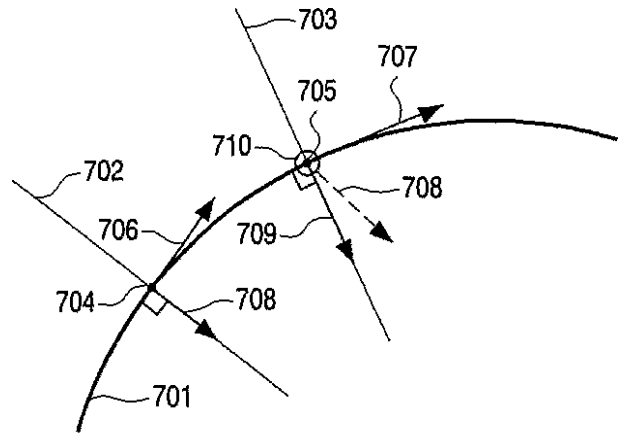


Fig.7

【図 8】

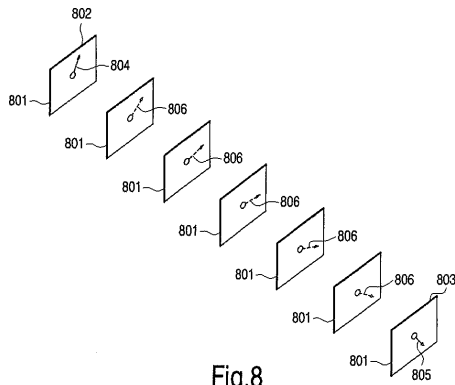


Fig.8

【図 9】

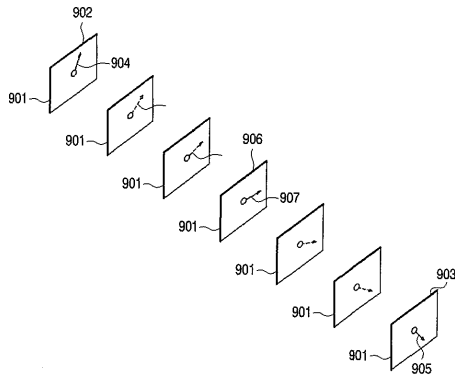


Fig.9

フロントページの続き

審査官 伊知地 和之

(56)参考文献 特公平03-010985 (JP, B2)
国際公開第01/026055 (WO, A1)
特開平07-265295 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 15/00 - 17/50
G06T 1/00
G09G 5/00 - 5/40
A61B 6/00 - 6/14
CSDB(日本国特許庁)