

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-506164

(P2006-506164A)

(43) 公表日 平成18年2月23日(2006.2.23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 6/03 (2006.01)</b>	A 6 1 B 6/03 3 6 0 G	4 C 0 9 3
<b>G 0 6 T 15/00 (2006.01)</b>	G 0 6 T 15/00 1 0 0 A	4 C 0 9 6
<b>A 6 1 B 5/055 (2006.01)</b>	A 6 1 B 5/05 3 8 0	5 B 0 8 0

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

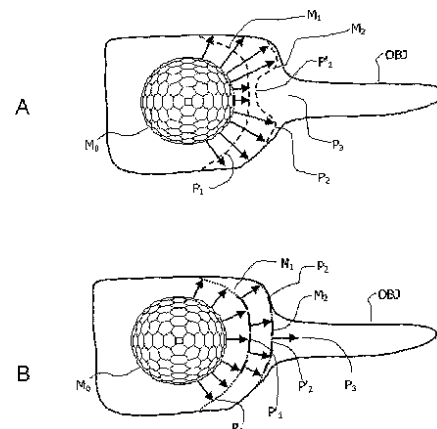
(21) 出願番号	特願2004-553008 (P2004-553008)	(71) 出願人	590000248
(86) (22) 出願日	平成15年11月14日 (2003.11.14)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(85) 翻訳文提出日	平成17年5月19日 (2005.5.19)		トロニクス エヌ ヴィ
(86) 国際出願番号	PCT/IB2003/005168		Koninklijke Philips
(87) 国際公開番号	W02004/047030		Electronics N. V.
(87) 国際公開日	平成16年6月3日 (2004.6.3)		オランダ国 5621 ペーアー アイン
(31) 優先権主張番号	02292884.0		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(32) 優先日	平成14年11月20日 (2002.11.20)		1
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		Groenewoudseweg 1, 5
			621 BA Eindhoven, T
			he Netherlands
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元メッシュモデルをオブジェクトの3次元表面に自動的に適応させる画像処理システム

## (57) 【要約】

モデルベース画像セグメント化のために、3次元表面モデルを画像特性に自動的に適応させる手段を有する画像処理システムであって、モデル解像度を画像特性に適応させる動的適応手段を有し、前記手段は、信頼できる画像特性が見つかったとき、局所的により高い解像度に設定する手段と、反対の場合に、より低い解像度に設定する手段とを含む。本システムは、各画像特徴に対して特徴信頼性パラメータを評価する評価手段を有する。モデル解像度はそのパラメータによって局所的に適応される。特徴信頼性パラメータは特徴距離と、ノイズの評価を含むこの特徴の品質の評価に依存する。距離が大きい特徴、および近いがノイズが大きい特徴にはペナルティが与えられる。モデルの解像度は、信頼性が無いとき下げられ、特徴の信頼性が高くなると徐々に上げられる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

モデルベース画像セグメント化のために、3次元表面モデルを画像特性に自動的に適応させる画像データ処理手段を有する画像処理システムであって、

モデル解像度を画像特性に動的に適応させる手段を有し、前記手段は、

信頼できる画像特性が見つかったとき、局所的により高い解像度に設定する手段と

、  
反対の場合により低い解像度に設定する手段とを含み、

前記画像処理システムは、前記画像を視覚化するビューイング手段をさらに有することを特徴とするシステム。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のシステムであって、

各画像特性に対して特性信頼性パラメータを決めて、それによりモデル解像度を局所的に適応させるデータ処理手段を有することを特徴とするシステム。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載のシステムであって、

特性距離と、ノイズの評価を含むこの特性の品質の評価とに依存するパラメータとして、特性信頼性パラメータを定義するデータ処理手段と、

距離が離れた特性、および距離は近くてもノイズの多い特性にペナルティを課すデータ処理手段とを有することを特徴とするシステム。

20

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載のシステムであって、

信頼できないとき前記モデルの解像度を下げ、特性信頼性の向上にともない前記モデルの解像度を徐々に上げるデータ処理手段を有することを特徴とするシステム。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載のシステムであって、

モデル表面が自分自身と交差することを防止するため、局所的解像度を低くして局所表面曲率を制限するデータ処理手段を有することを特徴とするシステム。

**【請求項 6】**

請求項 1 ないし 5 いずれか一項に記載のシステムであって、

特性信頼性をモデル適応で利用可能とする手段と、

ユーザが前記モデルの変形プロセスを管理しその最終品質を局所的に評価できるよう、その領域の位置に信頼性を表す異なる色でモデル領域を表示する手段とを有することを特徴とするシステム。

30

**【請求項 7】**

請求項 1 ないし 6 いずれか一項に記載のシステムであって、3次元画像の3次元オブジェクトのセグメント化のために、3次元メッシュモデルを前記3次元オブジェクトにマッピングするデータ処理手段を含み、

セグメント化する対象のオブジェクトの3次元画像を取得する手段と、

多角形セルよりなるメッシュモデルを生成する手段と、

前記メッシュモデルを前記対象のオブジェクトにマップするため、前記メッシュモデルを変形する手段とを有することを特徴とするシステム。

40

**【請求項 8】**

請求項 1 ないし 7 いずれか一項に記載のシステムであって、

所定の色が信頼性パラメータ値に関連づけられているカラーコード化テーブルを構成する手段と、

メッシュモデルのセルの信頼性パラメータ値に、前記信頼性パラメータ値に対応するカラーコード化テーブルにより与えられた色に関連づける手段とを有することを特徴とするシステム。

**【請求項 9】**

50

請求項 8 に記載のシステムであって、

信頼性パラメータ値に対応する、カラーコード化テーブルから決定した色をセルの色とすることによりカラーコード化動作を実行するデータ処理手段と、

カラーコード化動作により色づけされたセルを有するメッシュモデルの画像を表示する表示手段とをさらに有することを特徴とするシステム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のシステムであって、

前記カラーコード化動作はすべてのセルまたは所定数のセルに対して実行されることを特徴とするシステム。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 いずれか一項に記載のシステムであって、

前記メッシュモデルを前記オブジェクトにマッピングするプロセスを所定の信頼性レベルの機能を参照して停止する決定をする手段をさらに有することを特徴とするシステム。

【請求項 12】

医療用画像化システムであって、

医療用画像データを処理するために、請求項 1 ないし 11 いずれか一項に記載の画像処理システムを形成するように構成された、好適にプログラムされたコンピュータまたは回路手段を有する特定目的プロセッサと、

前記画像を表示する表示手段とを有することを特徴とするシステム。

【請求項 13】

医療用検査画像化装置であって、

人体の器官の 3 次元画像を捉える手段と、

請求項 12 に記載の医療用画像化システムとを有することを特徴とするシステム。

【請求項 14】

請求項 1 ないし 11 いずれか一項に記載のシステムで使用される命令セットを有することを特徴とするコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項 15】

画像処理方法であって、

画像特性を有する 3 次元画像の画像データを捉え、モデルベース画像セグメント化のため、画像特性に 3 次元表面モデルを自動的に適応させるステップと、

信頼できる画像特性が見つかったとき、局所的により高い解像度に設定し、反対の場合により低い解像度に設定するステップを含む、モデル解像度を画像特性に動的に適応させるステップと、

前記画像を視覚化するステップと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、3次元メッシュモデルを医療用画像のオブジェクトの表面上に自動的に適応させる処理システムに関する。本発明は、前記システムを動作させるステップを有する画像処理方法にも関する。本発明は、3次元画像の3次元オブジェクトのセグメント化方法に適用される。そのセグメント化方法は、3次元メッシュモデルを前記3次元オブジェクトにフィットさせる動作を有することが多い。本発明は、臓器の病理を研究または検知するために体器官であるオブジェクトをセグメント化するために、上記の画像処理システムに結合された医療用画像装置、およびこの装置またはシステムにより作成された医療用3次元画像を処理するプログラムプロダクトにさらに関する。本発明は、医療用画像化の分野に特に応用される。

【背景技術】

【0002】

3次元オブジェクトのモデル化方法は非特許文献1ですでに開示されている。この論文では、3次元のオブジェクトを再生する物理ベースのアプローチが提示されている。この

10

20

30

40

50

アプローチは「シンプレックスメッシュ」のジオメトリーに基づく。メッシュの弾性的振る舞いが、各頂点（メッシュのノード）で抽出されたシンプレックス角により平均曲率を制御する局所安定関数によりモデル化される。それらの関数は、視点不変であり、内在的であり、スケールセンシティブである。通常のグリッドで定義された非変形表面とは異なり、シンプレックスメッシュは非常に適応的な構造である。曲率の高い部分または不正確な部分でメッシュの解像度を上げる精密化プロセスも開示されている。コンプレックスモデルを再生するためにシンプレックスメッシュを接続する操作が、より簡単な形状を有する部分を用いて実行される。

#### 【0003】

シンプレックスメッシュは頂点の接続性が一定である。3次元表面を表すために、各頂点が3つの隣接する頂点と接続されているシンプレックスメッシュ（これは2次元シンプレックスメッシュと呼ばれる）が使用される。シンプレックスメッシュの構造は、引用文献の図1に示されているように、2重の三角形分割構造である。これにより方位付け可能な表面をすべて表すことができる。シンプレックスメッシュの輪郭は、周囲の頂点よりなる閉じた多角形チェーンとして定義される。その輪郭はできるだけそれ自身を横切らないように制限されている。輪郭は変形可能なモデルであり、それが組み込まれているシンプレックスメッシュとは独立に処理される。可能な限りすべてのメッシュ変換を達成するため、4つの独立な変換が定義される。それらは表面にエッジを挿入するか削除することである。シンプレックスメッシュの記述は、平面幾何で用いられる各を一般化したシンプレックス角の定義、および頂点が周囲の3つの頂点との関係でどのような位置にあるかを記述する計量パラメータの定義を有する。各頂点の運動はニュートンの運動の法則で与えられる。変形は、形状をなめらかにし、メッシュが3次元オブジェクトに近づくように制限する力を示唆している。内部的な力は物理ベースモデルの外部制約に対する応答を決定する。内部的な力は、内在的で、視点不変で、スケールディペンデントであるように表される。同様な制約が輪郭にも課される。

#### 【0004】

それゆえ、非特許文献1は、与えられた3次元オブジェクトを表す単純なモデルを提供する。それはモデルを対象の3次元オブジェクトに併せて形状を調節するために印加される力を定義する。「シンプレックスメッシュ法」は強いセグメント化法である。

【非特許文献1】H. Delingette、「シンプレックスメッシュ：3次元形状再構成のための一般表示」、processing of the International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '94)、1994年6月20-24日、米国シアトル

#### 【発明の開示】

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0005】

本発明の目的は、3次元メッシュモデルのグレイレベル画像に表されたオブジェクトの3次元表面へのマッピングを自動的に適応させる画像データ処理手段を有する画像処理システムを提案することである。この画像処理システムは、上記メッシュモデル適応の信頼性の数量的かつ視覚的表示を、好ましくはカラーコード化して、前記オブジェクト表面上に表示する視覚化手段も有する。本システム処理手段を用いて、3次元オブジェクトオブインタレストの3次元表面は3次元グレイレベル画像に登録される。3次元シンプレックスメッシュモデルは、その表面をフィットさせるためのメッシュモデル法により、3次元表面にフィットされる。オブジェクト表面へのメッシュモデルの適応の改善をユーザが分かるように、本システムは、メッシュモデルの3次元セルの適応を評価する手段と、カラーコードに従って色づけされたシンプレックスメッシュモデルのセルを表す手段とを有する。このカラーコードにより、3次元オブジェクトの対応するゾーンに関して、セルの適応を数量化することができる。

#### 【0006】

具体的に、本発明の目的の1つは、このシステムを体器官の3次元医療用画像のセグメンテーションに適用することである。

## 【 0 0 0 7 】

提案した画像処理システムは請求項 1 に記載されている。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の他の目的は、このシステムが動作するステップを有する画像処理方法を提案することである。本発明は、この 3 次元画像処理システムに結合した医療用検査画像装置にも関する。本医療用画像装置は、X線医療用検査装置その他の 3 次元医療用画像化装置であってもよい。本発明はさらに、本画像処理方法を実行するプログラムプロダクトまたはプログラムパッケージにも関する。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 0 9 】

例えば、グレーレベルで表される 3 次元デジタル画像に適用する画像処理方法を最初に説明する。その画像はオブジェクトオブインタレストと呼ばれる器官のノイズが多い 3 次元表面を表す。例えば、バックグラウンドに関してオブジェクトオブインタレストのよりよいビューをユーザに提供するため、このオブジェクトはセグメント化される。画像をセグメント化すると、ユーザはその器官の異常や病気をよりよく研究したり検知したりすることができる。本画像処理方法はいくつかのステップを有する。

## 【 0 0 1 0 】

## 1) オブジェクトオブインタレストの 3 次元デジタル画像の捕捉

3 次元画像を捕捉する方法は本発明の一部ではない。本セグメント化方法は器官の 3 次元デジタル画像に適用することができるが、その 3 次元デジタル画像は超音波システム、X線装置、その他の本技術分野の当業者に知られたシステムによって捉えることができる。3 次元オブジェクトが図 1 A、1 B に示されており、OBJ で示した複雑な表面を有している。その 3 次元のオブジェクトオブインタレストを表す 3 次元画像を捉えた後、その画像をセグメント化する。技術水準として上で引用した文献に関連して説明したセグメント化方法を使用するが、それはこの方法が頑強でよい結果を与えるからである。反復法により、シンプレックスメッシュモデルと呼ばれる離散的モデルを用いてオブジェクトオブインタレストを表すことができる。

## 【 0 0 1 1 】

上で説明したセグメント化方法を使用したとき、複雑な表面 OBJ では問題が起こる。本発明はこの問題を解決することができる。その表面は OBJ で示され図 1 A と 1 B に示されているが、本発明の方法が膨大な数の異なる複雑な表面に適用することができることを例示するために選ばれたものである。

## 【 0 0 1 2 】

## 2) シンプレックスメッシュモデルと呼ばれる離散モデルの生成

本画像セグメント化方法は、先行技術（非特許文献 1）として説明した 2 - シンプレックスメッシュモデルのような離散的変形可能モデルの利用に基づく。図 1 A または 1 B に示したように、3 次元デジタルシンプレックスメッシュモデルが生成される。この場合、3 次元デジタルシンプレックスメッシュモデルは、1 組のセルと呼ばれる 3 次元の離散的な曲がった面により形成される単純な球面 M0 である。

## 【 0 0 1 3 】

セグメント化動作は、図 1 A と 1 B に示したように、OBJ で示された 3 次元のオブジェクトオブインタレストに、図 1 A または 1 B の 3 次元シンプレックスメッシュモデル M0 をマッピングすることである。この例では、オブジェクトオブインタレスト OBJ は、器官を表す複雑な形状をしている。この器官表面は、図 1 A と 1 B の一方のような異なる幾何学的構成を示しており、ふくらんだ表面と小さい直径の管状の垂を有し、それがその器官の壁を越えて伸びている。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の場合、セグメント化するオブジェクトの形状は最初は分からないので、オブジェクトオブインタレスト OBJ の形状にフィットさせるため、最初のモデルを変形しなければならない。この体器官の複雑な形状の表面の全体に正しくマッピングするために球面を

10

20

30

40

50

適当に変形することは困難に見える。

【0015】

M0等の3次元メッシュモデルは一定の頂点連結性を有する。事実として、3次元表面は3次元メッシュセルを用いて表される。ここで各頂点は3つの周囲の頂点に連結されている。周囲の頂点とは、あるセルの頂点であって、その頂点から始まるそのセルのエッジの2番目の先端であると理解しなければならない。各頂点は3つのセルに共通であり、それゆえ3つの角に共通であり、3つのエッジの始点である。M0等のメッシュモデルは、メッシュ変換を用いてすべてのタイプの3次元表面を表すことができる。4つの独立な変換が、可能な全範囲のメッシュ変換を実現するために定義されている。それらは、セルに頂点（ノード）を挿入すること、削除すること、セルに角度を定義すること、頂点とその周囲の3つの頂点に対してどのように位置しているかを記述する計量パラメータを定義することである。各頂点の運動は運動の法則に従う。変形は、シンプレックスメッシュモデルの形状をなめらかに制限する内的力と、この実施例の表面OBJの3次元オブジェクト表面に3次元メッシュモデルを制限する外的力を示唆している。

10

【0016】

既知の方法（非特許文献1）によれば、メッシュモデルの変形は、本質的には、変形の各段階においてそのメッシュモデルと画像データとの間の距離の関数である。メッシュモデルは相対的に近いデータポイントに引き寄せられるだけである。

【0017】

残念ながら、図1Aに示したオブジェクトオブインタレストに適用したとき、この既知の方法のこの特徴は非常に無益なことである。図1Aに示したように、変形の最初の段階で、球面M0は位置M1に到達する。次の段階で、メッシュはM2部分の画像データに引き寄せられるが、このメッシュはP'1、P'2部分に正しく進まない。P3の画像データが非常に遠いからである。この場合メッシュモデルの変形は不適当に終わってしまう。図1Aは、モデル表面がひっくり返ったところを示して、この欠点を示している。

20

【0018】

このことは、変形の早い段階で、画像特性の一部である壁や境界が変形可能メッシュモデルの対応する部分から非常に遠いかまたは隠れていると、所定の距離基準を使用できないことを示している。また、画像ノイズがあり真の特徴が失われているとき、間違った特徴がメッシュモデルを引き寄せてしまう。このように、この距離基準を使用すると、局所モデル解はデータに一致せず、モデルが自己交差してしまうことがある。変形モデルは自分自身と交差し、間違ったセグメント化をしてしまう。

30

【0019】

なお、非特許文献1は改善を提案している。この改善は、曲率が高い部分と画像データへの距離が閾値より大きい部分では、メッシュ解像度を自動的に上げるアルゴリズムを導入することである。こうすると、各繰り返しにおいて、球面セルの面積は小さくなる。既知の方法によれば、図1Aに示したように、画像データへの距離が大きいと、セルの表面は小さくなり、セルの数は大きくなる。そのため、この改善アルゴリズムは、上記のP'1、P'2部分の結果を改善することはできない。

【0020】

その代わりとして、本発明は、モデルベースセグメント化のコンテキストにおいて、3次元表面モデルを画像データに自動的に適応させる方法を提案する。この方法は、モデル解像度を画像特性コンテンツに動的適応させることができる。本発明によれば、モデル解像度は、信頼できる画像特徴が見つかったときにのみ局所的により高い解像度に設定される。逆の場合で、画像特徴が遠いか信頼できないとき、例えばノイズが多い場合には、モデル解像度は局所的により低い解像度に設定される。画像特徴が信頼できるときメッシュモデルの解像度を上げることは、画像特徴の距離が閾値より大きいとき解像度を上げるという先行技術の開示とは、全く反対である。本発明は、モデルが自己交差を防止することを可能とするだけでなく、セグメント化プロセス全体の計算を効率的にする。

40

【0021】

50

本発明によれば、各画像特徴について、特徴信頼性パラメータが定義され、モデル解像度はそのパラメータにより局所的に適応される。特徴信頼性パラメータは、特徴距離と画像データの品質によって決まる。近くてもノイズが多いデータ特徴にはペナルティを与える。この方法により、画像特徴が無いときは粗いモデル解像度を保つ。そして、この方法は、特徴信頼性が上がるとモデル解像度を徐々に高くする。モデルの一部の解像度が局所的に低いことは、大きな面積に少数のセルしかないことを意味する。このことはその部分の局所表面曲率を制約し、モデル表面がひっくり返ったり自己交差したりすることを防止する。

#### 【0022】

図1Bに示したように、このモデルは、モデル変形のM2段階でP'2部分に大きなセルを有している。これにより、このモデルは、図1Aのようにひっくり返ってしまうのではなく、オブジェクトオブインタレストのP3部分に向けて広がり続けることができる。

#### 【0023】

##### 3) 一連の3次元デジタル画像のセグメント化

このセグメント化動作は、シンプレックスメッシュモデルのオリジナル球面形状M0を、その表面をオブジェクトオブインタレストOBJの表面にできるだけ近づけて、それがオブジェクトオブインタレストOBJにマッピングされるまで、変形することである。この動作は、繰り返し則により、繰り返しステップで実行される。この繰り返し則により外的力と内的力をバランスさせることができる。この外的力は、オブジェクトオブインタレストOBJの表面に向けてモデルのセルを引きつける第1の力である。すなわち、外的力がセル表面をオブジェクト表面に近づけさせる。内的力は、メッシュモデルの表面をなめらかにする調整力である。

#### 【0024】

図2Aは、最初は球面であるメッシュモデルを用いてセグメント化するオブジェクトオブインタレストOBJの他の例を示す図である。この実施例において、オブジェクトオブインタレストはすべての方向で楕円の直径を有している。方向A、Pにおいて、画像特徴は球面のセルから遠いところにある。そこで、モデルは、図2Bに示したように最も近い画像特徴に向けて引き寄せられる。しかし、本発明によれば、先行技術のように方向A、Pでセルのサイズを小さくするのではなく、方向A、Pのセルのサイズを大きくする。これは、セルを間引くことにより行う。方向R、Lのオブジェクト境界はメッシュに近く強い。それゆえ、特徴信頼性はこれらの方向で高い。反対に、方向A、Pのオブジェクト境界は強いと考えられるが、しかし探索範囲を超えている。それゆえ、そのオブジェクト境界をメッシュは「見て」おらず、信頼性は低い。

#### 【0025】

信頼性が閾値より低いとき、セルはより大きなセルを形成するためにグループ化される。この動作は、セルの数を減らすので、「間引き(decimation)」と呼ばれる。セルを方向A、Pでは方向R、Lより大きくするので、球面のセルの広がりは一様になる。これは、画像特徴に近いセルがより早く広がる先行技術とことなり、図2Bに示した変形を与える。

#### 【0026】

本発明によれば、画像特徴により近いセルは大きいセルを引き寄せ、画像特徴により近くなる。上記のセルが近くなると、より高い信頼性を獲得する。上記セルについて画像特徴がより信頼できるようになるので、最初に拡大されたセルの解像度は局所的に上げられる。この時、次第に、最初に拡大されたセルはよりいっそう信頼性が上がる画像特徴により引き寄せられ、球面が変形されて図2Dに示したようにオブジェクトオブインタレストにフィットするまで、その解像度はよりいっそう高くなる。

#### 【0027】

##### 4) マッピング動作の適合性の評価

図2Cと2Dは、上で引用した反復則により実行された所定数の反復後の、変形されたメッシュモデルM0を表す。最初のメッシュモデルM0のセルの表面は、外的力の作用によってオブジェクトオブインタレストOBJの表面により引き寄せられる。一方、内的力はメッ

10

20

30

40

50

シュモデル表面をなめらかにして、メッシュモデルの形状がオブジェクトオブインタレストの形状にますます近くなるようにする。

【0028】

本発明によれば、ユーザは画像特徴に与える信頼性を視覚的に評価してもよい。モデルの適応のための特徴信頼性を使用するのに加えて、本発明は信頼性パラメータの関数としてカラーコード化されたセルの視覚化を提供する。このように異なる色で視覚化することにより、変形プロセスを監視したり、最終品質を局所的に評価したりすることができる。

【0029】

図2Cを参照して、オブジェクトオブインタレストの直径RLに沿ったAPに垂直な断面が示されており、表示の中心のセルはポイントA、Pから遠いセルである。この表示の中心で、解像度が低い間引きされたセルは例えば赤く表される。図2Cでは非常に薄い灰色となっている。これらのセルの周りでは、方向H、Fのセルは画像特徴に非常に近く、解像度が高い。それらは例えば緑色で表される。図2Cでは中間の灰色となっている。

【0030】

何度かの繰り返しの後、球面のセルはすべてオブジェクトオブインタレストの壁の近くにある。信頼性レートは高く、すべてのセルは図2Dに示したように緑色（灰色）となっている。

【0031】

適応を自動的に評価する方法は以下のサブステップを有する。

【0032】

4.1) 所定の色が信頼性パラメータにより表されたモデル適応の特徴信頼性に関連づけられたカラーコード化テーブルを構築する。本発明は、信頼性パラメータの関数としてカラーコード化されたセルの視覚化を提供する。異なる色で視覚化することにより、変形プロセスを監視して、最終品質を局所的に評価することができる。

【0033】

所定の色が1つの信頼性パラメータ値に関連づけられてもよい。色は、色のクラスに分類され、各クラスが信頼性パラメータ値の1つの範囲に対応する。信頼性パラメータ値の範囲をさらに分けるため、各クラスを色相のスケールによりさらに分けてもよい。

【0034】

4.2) メッシュモデルのセルの信頼性パラメータ値を評価する。

【0035】

4.3) メッシュモデルの所定数のセルの信頼性パラメータ値評価を実行する。この評価は、すべてのセルについて実行してもよいし、限られた数のセルについて実行してもよい。

【0036】

4.4) カラーコード化動作を実行する。メッシュモデルM0のセルに対応する信頼性パラメータ値が、カラーコード化テーブルに与えられた色と関連づけられる。また、上記セルが、その信頼性パラメータ値に対応するカラーコード化テーブルで決められた色とされる。

【0037】

4.5) カラーコード化動作により色づけされたセルを有するメッシュモデルM0の画像を表示する。

【0038】

4.6) 信頼性パラメータ値が信頼性閾値と呼ばれる所定のレベルに少なくとも達したセルの割合、または色が所定のカラースケールまたは色相であるセルの割合によって適応のよさまたは信頼性を評価する。

【0039】

4.7) メッシュモデルをオブジェクトオブインタレストにマッピングするプロセスを改善するか、そのプロセスを停止する決定をする。

【0040】

10

20

30

40

50



上で説明したステップ4.2)と4.3)は、適応のよさを視覚的に評価し、ステップ4.7)のようにさらにステップを続けるか停止するかを決定するために、ユーザがステップ4.4)、4.5)、4.6)を実行することによりメッシュモデルの画像を実際に表示する前に、実行する。

【0041】

先行技術によれば、ユーザは適応が十分か否かを自分で決定しなければならなかった。オブジェクトオブインタレストの形状とメッシュモデルとの間の比較をすることにより、およびメッシュモデルのセルと2次元スライス中のオブジェクトオブインタレストの対応するゾーンとの間の距離を視覚的に評価することにより、適応のよさを経験的に評価しなければならない。

10

【0042】

本発明の方法を用いて、ユーザは、近似評価を自分で実行することなく、オブジェクトオブインタレストに関してメッシュモデルの適応のよさを自動的に数量的に評価することができる。メッシュモデルのカラーコード化されたセルにより、ユーザは、適応のよさを数値的かつ視覚的に知ることができる。事実として、あるセルに関する信頼性パラメータ値は、そのセルが3次元画像中のオブジェクトオブインタレストに近く、その表面と一致していることの見込みを表す。メッシュモデルのそのセルに関する信頼性パラメータ値が大きければ大きいほど、そのメッシュモデルのセルはオブジェクトの表面によりよくフィットする。メッシュモデルの各セルにこのカラーコード化表示を用いることにより、ユーザは、各セルの適応を容易かつ素早く理解することができる。

20

【0043】

5)メッシュモデルとオブジェクトオブインタレスト間のマッチングの適合度を改善する。

【0044】

ステップ4.5)、4.6)、4.7)を実行することによる上で説明した適合度の最初の評価の後、ユーザはこの適合度をよりよくするためにステップの反復を続けるとの決定をしてもよい。

【0045】

任意的に、適合度が受け入れられる所定の値になったセルは凍結してもよい。セルの凍結とは、それ以上そのセルには計算を適用しないということを意味する。具体的には、そのセルはそれ以上分割されない。そのセルの実際の表面積とオブジェクトオブインタレストの表面との距離は、それ以上変化しない。それらのセルの適合のよさは、そのセルの信頼性パラメータ値および色または色相により自動的に評価される。適合がよいとの決定は、前に説明した閾値による評価の機能としてなされる。凍結されたセルの色と形状は、さらに適合を改善する動作をした後は同じである。

30

【0046】

反復ステップが停止されるのは、結果として得られるメッシュモデルのカラーコード化された画像の簡単な視覚化によりユーザが停止する決定をしたとき、またはすべてのセルまたは所定数のセルが所定の閾値に達した時にプロセスが自動的に停止するよう決定した場合である。

40

【0047】

図3は、上に説明した方法のステップをすべて実行する、本発明による画像処理システム150のブロック図である。本システムは、画像シーケンスのデジタル画像データを捉える手段151を有し、その手段151は、上で説明した方法の処理ステップによりこれらのデジタル画像データを処理するコンピュータ手段153に結合している。リアルタイム画像を処理するために、医療用ビューイングシステムは、診療室内でもその近くでも使用することができる。本発明のステップは、例えば医療パラメータを評価するために、記憶した医療用画像に適応することもできる。本医療用ビューイングシステムは、結合157によりシステム153へ画像データを提供する。本システムは処理した画像データを表示手段および/または記憶手段に提供する。表示手段154はスクリーンであってもよい

50

。記憶手段はシステム１５３のメモリであってもよい。その記憶手段は、代替的に外部記憶手段であってもよい。この画像ビューイングシステム１５３は、好適にプログラムされたコンピュータを有していてもよく、または本発明による方法ステップの機能を実行するように構成された、ＬＵＴ、メモリ、フィルタ、論理演算器等の回路手段を有する特定目的プロセッサを有していてもよい。本システム１５３はキーボード１５５およびマウス１５６を有していてもよい。アイコンがスクリーン上に提示され、マウスによるクリックで起動できるようになっていてもよいし、特別なプッシュボタンがシステムに設けられていてもよい。このアイコンまたはプッシュボタンは制御手段１５８を構成し、ユーザは選択した段階またはフェーズで本システムの処理手段を起動したり、期間を制御したり、停止したりする。

10

#### 【００４８】

図４は、医療用検査装置に組み込まれた、本発明による画像処理システムの一実施形態の基本的構成要素を示す図である。図４に概略図を示したとおり、本医療用検査装置は一般に、患者を寝かせるベッド１１０またはその医療用検査装置に対して患者を位置決めする他のエレメントを含む。本医療用検査装置は、ＣＴスキャナー１５１であってもよい。本ＣＴスキャナー１５１により作られた画像データは汎用コンピュータ等のシステム１５３に入力される。そのシステム１５３は本発明による方法のステップを実行する。システム１５３は、ユーザがシステムと相互作用できるように動作するモニター１５４等の可視化デバイス、キーボードやポインティングデバイス等の入力デバイス１５５と接続されている。システム１５３は、本発明による医療用画像データを処理する方法を実施するようにプログラムされている。具体的に、システム１５３は本方法のステップを実行する計算手段とメモリ手段とを有する。本方法を実行する予めプログラムされた命令を有するコンピュータプログラムプロダクトが実装されていてもよい。

20

#### 【００４９】

本発明は、初期データを生成するために用いる医療用画像化技術に関わりなく適用可能である。例えば、心臓を可視化する場合、非侵襲的に３次元医療用データを生成するために磁気共鳴（ＭＲ）心臓血管造影法を用いてもよい。上に説明した実施形態において、処理ステップを実行する順序を様々に修正することもできる。医療用画像データに適用される上で説明した処理ステップは、他の様々な既知の処理／画像化方法と有利に組み合わせてもよい。図面およびその説明は、本発明を例示するものであり限定するものではない。添付した特許請求の範囲に入る多数の代替的手段があることは明らかである。さらにまた、本発明を表示用の画像データの生成に関して説明したが、本発明は、画像データの可視化であればほぼいかなる形式のものもカバーすることを意図しており、この可視化には表示デバイスへの表示や印刷などを含むがこれには限定されない。請求項中の参照符号は、その請求項を限定するものではない。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００５０】

【図１Ａ】対象のオブジェクト（器官）と、メッシュ変形法および既知の適応法を用いてこのオブジェクトをセグメント化するメッシュモデル（球面）とを示す概略図である。

【図１Ｂ】対象のオブジェクト（器官）と、メッシュ変形法および本発明の適応法を用いてこのオブジェクトをセグメント化するメッシュモデル（球面）とを示す概略図である。

40

【図２】図２Ａ～２Ｄは、対象のオブジェクトに適用された適応の異なるフェーズにおけるメッシュモデルを、異なる方位で、信頼性レートをカラーコードで（グレースケールで表した）表示したものを示す。

【図３】画像処理方法を実行する手段を有する医療用ビューイングシステムを示すブロック図である。

【図４】上記ビューイングシステムを有する医療用装置を示す概略図である。

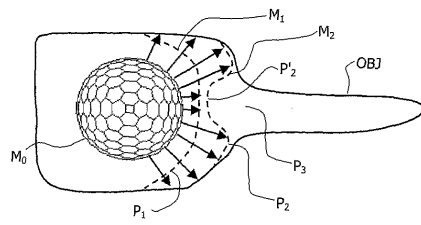


FIG.1A

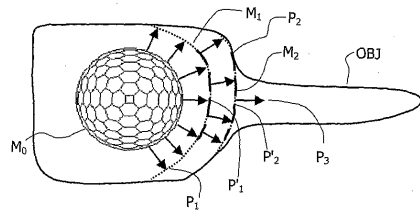


FIG.1B

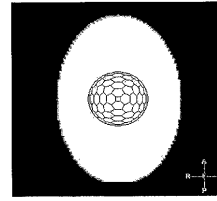


FIG.2A

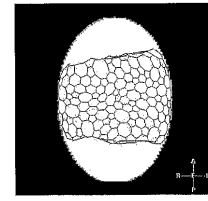


FIG.2B

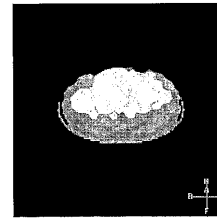


FIG.2C

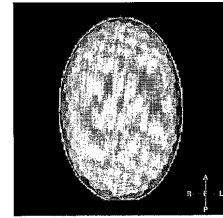


FIG.2D

【 図 3 】

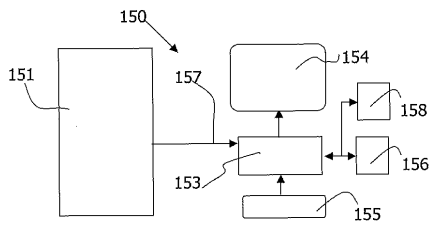


FIG.3

【 図 4 】

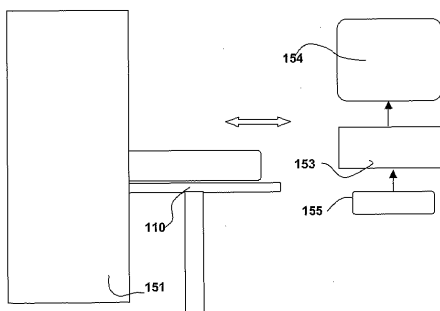


FIG.4

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/IB 03/05168

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G06T5/00 G06T17/20

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 G06T

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, INSPEC, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>DELINGETTE H: "General object reconstruction based on simplex meshes" INT. J. COMPUT. VIS. (NETHERLANDS), INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER VISION, 1999, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, NETHERLANDS, vol. 32, no. 2, August 1999 (1999-08), pages 111-142, XP002289618 ISSN: 0920-5691 page 131, left-hand column, line 5 - line 10</p> <p style="text-align: center;">----- -/-</p>	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ 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.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 July 2004

Date of mailing of the international search report

10/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Werling, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/IB 03/05168

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PEKAR V ET AL: "SHAPE MODEL BASED ADAPTATION OF 3-D DEFORMABLE MESHES FOR SEGMENTATION OF MEDICAL IMAGES" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, vol. 4322, 19 February 2001 (2001-02-19), pages 281-289, XP008020236 ISSN: 0277-786X abstract introduction sec. 2.3, "Local mesh refinement" page 283 - page 284 -----	1-15
A	DELINGETTE H ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "SIMPLEX MESHES: A GENERAL REPRESENTATION FOR 3D SHAPE RECONSTRUCTION" PROCEEDINGS OF THE COMPUTER SOCIETY CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION. SEATTLE, JUNE 21 - 23, 1994, LOS ALAMITOS, IEEE COMP. SOC. PRESS, US, 21 June 1994 (1994-06-21), pages 856-859, XP000515947 ISBN: 0-8186-5827-4 cited in the application the whole document -----	1-15
A	WO 02/073536 A (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY ; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 19 September 2002 (2002-09-19) abstract -----	1-15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB 03/05168

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02073536	A	19-09-2002	DE 10111661 A1	12-09-2002
			EP 1251462 A2	23-10-2002
			EP 1371013 A2	17-12-2003
			WO 02073536 A2	19-09-2002
			JP 2002329216 A	15-11-2002
			US 2002184470 A1	05-12-2002
			US 2003020714 A1	30-01-2003
-----				

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, 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, IT, LU, MC, NL, 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, 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, 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

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(74)代理人 100135079

弁理士 宮崎 修

(72)発明者 フラドカン, マキシム

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

(72)発明者 ルーエ, ジャン - ミシェル

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

(72)発明者 マクラム - エベイド, シェリフ

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

F ターム(参考) 4C093 CA23 FF42

4C096 AB38 AD14 DC36

5B080 AA14 FA02 GA00