

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-199422

(P2017-199422A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 15/08 (2011.01)	G06T 15/08	5B080
G06T 15/50 (2011.01)	G06T 15/50	

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2017-134551 (P2017-134551)	(71) 出願人	390041542
(22) 出願日	平成29年7月10日 (2017.7.10)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(62) 分割の表示	特願2012-277547 (P2012-277547)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
	の分割		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
原出願日	平成24年12月20日 (2012.12.20)		番
(31) 優先権主張番号	13/338,888	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成23年12月28日 (2011.12.28)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人
		(74) 代理人	100115462
			弁理士 小島 猛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボリューム・レンダリング画像について光方向を指示するための方法及びシステム

(57) 【要約】

【課題】 3Dデータセットと相互作用するためのシステムを提供する。

【解決手段】 本発明によるシステム100は、表示装置108と、ユーザー入力装置106と、表示装置108及びユーザー入力装置106に通信接続されたプロセッサ104とを有する。プロセッサ104は、表示装置108上にボリューム・レンダリング画像402と立体のモデル406とを同時に表示するように構成される。プロセッサ104は、ボリューム・レンダリング画像402に陰影付けするために用いられた前記光方向を示すために、立体のモデル406に対して所与の位置に光方向インジケータ405を表示するように構成され、光方向インジケータ405は、立体のモデル406上の強調表示(411)を有している。

【選択図】 図1

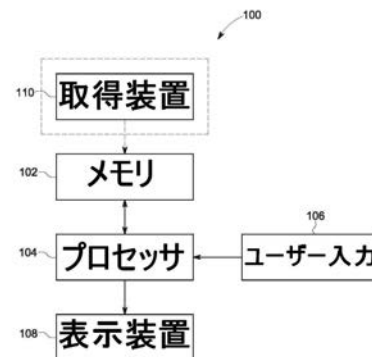


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3 D データセットと相互作用するためのシステム (100) であって、

表示装置 (108) と、

ユーザー入力装置 (106) と、

前記表示装置 (108) 及び前記ユーザー入力装置 (106) に通信接続されたプロセッサ (104) であって、

3 D データセットに基づいて、光方向から陰影付けしたボリューム・レンダリング画像 (402) を作成し、

前記ボリューム・レンダリング画像 (402) を前記表示装置 (108) 上に表示し、

前記ボリューム・レンダリング画像 (402) と同時に立体のモデル (406) を前記表示装置 (108) 上に表示し、

前記ボリューム・レンダリング画像 (402) に陰影付けするために用いられた前記光方向を示すために、前記立体のモデル (406) に対して所与の位置に光方向インジケータ (405) を表示するように構成されている当該プロセッサ (104) と、
を有し、

前記光方向インジケータ (405) は、前記立体のモデル (406) 上の強調表示 (411) を有している、システム (100) 。

【請求項 2】

前記立体のモデル (406) は少なくとも半透明である、請求項 1 記載のシステム (100) 。

【請求項 3】

前記光方向インジケータ (405) は、光源アイコン (408) と前記立体のモデル (406) 上の強調表示 (411) との両方を有している、請求項 1 記載のシステム (100) 。

【請求項 4】

前記光源アイコン (408) は多角形モデルの表現を有している、請求項 3 記載のシステム (100) 。

【請求項 5】

前記光源アイコン (408) は、前記光方向を示す矢尻を持つ矢印を有している、請求項 3 記載のシステム (100) 。

【請求項 6】

3 D データセットと相互作用するためのシステム (100) であって、

表示装置 (108) と、

ユーザー入力装置 (106) と、

前記表示装置 (108) 及び前記ユーザー入力装置 (106) に通信接続されたプロセッサ (104) であって、

3 D データセットに基づいて、光方向から陰影付けしたボリューム・レンダリング画像 (402) を作成し、

前記ボリューム・レンダリング画像 (402) を前記表示装置 (108) 上に表示し、

前記ボリューム・レンダリング画像 (402) と同時に立体のモデル (406) を前記表示装置 (108) 上に表示し、

前記ボリューム・レンダリング画像 (402) に陰影付けするために用いられた前記光方向を示すために、前記立体のモデル (406) に対して所与の位置に光方向インジケータ (405) を表示するように構成されている当該プロセッサ (104) と、
を有し、

前記プロセッサ (104) は更に、前記ボリューム・レンダリング画像 (402) と同時に、縮尺のボリューム・レンダリング画像 (404) を表示するように構成されており

10

20

30

40

50

、前記縮尺のボリューム・レンダリング画像（４０４）は、前記立体のモデル（４０６）内に収まるように前記ボリューム・レンダリング画像（４０２）を小さくした画像である、システム（１００）。

【請求項 7】

前記立体のモデル（４０６）は球のモデルを有している、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のシステム（１００）。

【請求項 8】

前記プロセッサ（１０４）は更に、前記光方向に加えて第 2 の光方向に基づいて前記ボリューム・レンダリング画像（４０２）に陰影付けするように構成されている、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のシステム（１００）。

10

【請求項 9】

前記システム（１００）は更に、前記光方向インジケータ（４０５）と同時に第 2 の光方向インジケータを表示することを有し、この場合、前記立体のモデル（４０６）に対する前記第 2 の光方向インジケータの位置が前記第 2 の光方向に対応する、請求項 8 記載のシステム（１００）。

【請求項 10】

前記プロセッサ（１０４）は更に、前記ユーザー入力装置（１０６）を介して入力された指令に基づいて前記光源アイコン（４０８）が動かされるにつれて、前記立体のモデル（４０６）に対する前記光源アイコン（４０８）の位置と対応するように、前記ボリューム・レンダリング画像（４０２）の陰影を実時間で更新するように構成されている、請求項 3 から 5 のいずれか一項に記載のシステム（１００）。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本書の開示内容は、一般的に云えば、ボリューム・レンダリング画像(volume-rendered image)に陰影付けするために用いられる光方向を示す光方向インジケータを表示するための方法及びシステムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

ボリューム・レンダリング画像は、特に医用イメージングの分野において、3D データセットを表すために非常に有用である。ボリューム・レンダリング画像は、典型的には、3D データセットの2D 表現である。現在、ボリューム・レンダリング画像を作成するための多数の様々な技術がある。このような技術の1つであるレイ・キャスティングでは、3D データセットに多数の射線（レイ）を投影する。各射線に沿ってデータをサンプリングし、次いで色及び透明度をマッピングする。次いで、各射線に沿ってデータを累算する。1つの通常の技術では、各射線に沿って累算されたデータが、ボリューム・レンダリング画像における画素として表示される。深さ及び遠近感の感覚を付け加えるために、ボリューム・レンダリング画像に屢々光方向に基づいて陰影付けがなれる。陰影付け（シェーディング）は、観察者がボリューム・レンダリング画像に表された物体の真の3次元形状をより容易に理解し且つ視覚化するのに役立つ。従来の陰影付けアルゴリズムによれば、陰影付けは、ボリューム・レンダリング画像中の様々な構造や表面の相対的な位置を表すために、ボリューム・レンダリング画像に用いることができる。

30

40

【0003】

従来のシステムによっては、ユーザーが、ボリューム・レンダリング画像中の1つ以上の目標とされる特徴部をより明瞭に示すために、光方向を変更できるようにしている。しかしながら、光方向は3次元内の任意の角度位置から選択できるのに、表示は2次元であるに過ぎないので、ユーザーが、ボリューム・レンダリング画像の陰影を決定するために用いられる現在の光方向を素早く理解するのは屢々困難である。更に、ユーザーが、特定の制御入力によってボリューム・レンダリング画像に対して光方向を調節する方法を正確に視覚化することは困難であると思われる。

50

【0004】

従って、これらの及び他の理由により、ボリューム・レンダリング画像について光方向を指示するための改良されたシステム及び方法が望まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第7301538号

【発明の概要】

【0006】

本書では上述の欠点、不都合及び問題に対処する、これについては以下の説明を読んで理解されれば明らかであろう。

10

【0007】

一実施形態において、ボリューム・レンダリング方法が、3Dデータセットからボリューム・レンダリング画像を作成する段階を含み、この場合、前記ボリューム・レンダリング画像は光方向から陰影付けされる。本方法は、前記ボリューム・レンダリング画像と同時に立体(solid)のモデルを表示する段階を含む。本方法は、前記立体のモデルに対して光方向インジケータを表示する段階を含み、この場合、前記立体のモデルに対する光方向インジケータの位置は、前記ボリューム・レンダリング画像に陰影付けするために用いられる光方向に対応する。

【0008】

20

別の実施形態において、ボリューム・レンダリング方法が、第1の光方向から陰影付けされたボリューム・レンダリング画像を表示する段階、及び前記ボリューム・レンダリング画像と同時に立体のモデルを表示する段階を含む。本方法は、前記立体のモデルに対して第1の位置に光源インジケータを表示する段階を含む。前記光源インジケータの前記第1の位置は、前記ボリューム・レンダリング画像に陰影付けするために用いられた第1の光方向に対応する。本方法は、ユーザー・インターフェースにより、前記光源インジケータを前記立体のモデルに対して第2の位置へ動かす段階を含む。本方法は、前記立体のモデルに対する前記光源インジケータの前記第2の位置に対応するように、前記ボリューム・レンダリング画像上の陰影を自動的に更新する段階を含む。

【0009】

30

別の実施形態において、3Dデータセットと相互作用するためのシステムが、表示装置と、メモリと、ユーザー入力と、前記表示装置、前記メモリ及び前記ユーザー入力と通信するように構成されたプロセッサとを含む。前記プロセッサは、前記表示装置、前記メモリ及び前記ユーザー入力に通信接続され、この場合、前記プロセッサは、前記メモリから3Dデータセットを入手し、光方向から陰影付けしたボリューム・レンダリング画像を前記3Dデータセットから作成し、次いで前記ボリューム・レンダリング画像を前記表示装置上に表示するように構成される。前記プロセッサは、前記ボリューム・レンダリング画像と同時に立体のモデルを表示するように構成される。前記プロセッサは、前記ボリューム・レンダリング画像に陰影付けするために用いられた光方向を示すために、前記立体のモデルに対して所与の位置に光源インジケータを表示するように構成される。

40

【0010】

当業者には、本発明の様々な他の特徴、目的及び利点が、添付の図面及びそれについての詳しい説明から明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、一実施形態に従って3Dデータと相互作用するためのシステムの概略図である。

【図2】図2は、一実施形態に従ってボリューム・レンダリング画像を作成するために用いることのできる幾何学的構成を表す概略図である。

【図3】図3は、一実施形態に従った方法300を例示する流れ図である。

50

【図４】図４は、一実施形態に従った表示装置の一画面を表す概略図である。

【図５】図５は、一実施形態に従った第１の位置に光源アイコンを持つ光ナビゲータを表す概略図である。

【図６】図６は、一実施形態に従った第２の位置に光源アイコンを持つ光ナビゲータを表す概略図である。

【図７】図７は、一実施形態に従った第３の位置に光源アイコンを持つ光ナビゲータを表す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下の詳しい説明では、明細書の一部を形成する添付の図面を参照する。図面には、実施することのできる複数の特定の実施形態を例示のために示す。これらの実施形態は、それらの実施形態を当業者が実施できる程度に充分詳しく説明するが、当然のことであるが、他の実施形態を利用することができ、またこれらの実施形態の範囲から逸脱せずに論理的、機械的、電気的及び他の変更を行うことができる。従って、以下の詳しい説明は、本発明の範囲を制限するものとするべきではない。

【００１３】

図１は、一実施形態に従って体積測定すなわち３Ｄデータと相互作用するためのシステムの概略図である。システム１００は、メモリ１０２、プロセッサ１０４、ユーザー入力１０６、及び表示装置１０８を含む。メモリ１０２は、限定するものではないが、ハードディスク、フラッシュ・メモリ、ランダム・アクセス・メモリ（ＲＡＭ）、読出し専用メモリ（ＲＯＭ）、コンパクト・ディスク（ＣＤ）、コンパクト・ディスク読出し専用メモリ（ＣＤ－ＲＯＭ）を含めて、デジタル・データを記憶するための任意の既知の媒体を含むことができる。プロセッサ１０４はメモリに通信接続される。プロセッサ１０４は、１つ以上の別々の処理装置を含むことができる。例えば、プロセッサ１０４は、中央処理装置（ＣＰＵ）、マイクロプロセッサ、グラフィック処理装置（ＧＰＵ）、又は特定の論理命令に従って入りされたデータを処理する任意の他の電子装置を含むことができる。プロセッサにＧＰＵを含めることは、大きな３Ｄデータセットのボリューム・レンダリングのような計算集中型演算にとって有利と考えられる。実施形態によっては、メモリ１０２はプロセッサ１０４と同一場所に配置することができる。しかしながら、他の実施形態によれば、メモリ１０２は、プロセッサ１０４に対して離れた場所に配置し、また無線ネットワーク、インターネット又はイントラネットを含む技術を介してアクセスすることができる。

【００１４】

ユーザー入力１０６がプロセッサ１０４に通信接続される。ユーザー入力１０６は、模範的な一実施形態によれば、トラックボール及び１つ以上のボタンを含むことができる。しかしながら、他の実施形態では、ユーザー入力１０６は、マウス、トラック・パッド、タッチス・クリーン、回転式制御器、或いは定められた機能を持つハード又はソフト・キーの組合せの内の１つ以上を含むことができる。表示装置１０８が同様にプロセッサ１０４に通信接続される。表示装置１０８は、モニタ又は表示装置、例えば、モニタ、ＬＣＤスクリーン、ＬＥＤスクリーン、投影機、又はボリューム・レンダリング画像を表示するのに適した任意の他の装置を含むことができる。他の実施形態では、２つ以上のＬＥＤスクリーンのような複数の表示装置を含むことができる。

【００１５】

システム１００は、随意選択により、１つ以上の３Ｄデータセットを取得するように構成された取得装置１１０を含むことができる。取得装置１１０は、３Ｄデータを取得するように構成された任意の装置を含むことができる。例えば、取得装置１１０は、コンピュータ断層撮影（ＣＴ）システム、磁気共鳴断層撮影（ＭＲ）システム、超音波システム、核医学システム、陽電子放出断層撮影（ＰＥＴ）システム、又は光学的イメージングのような３Ｄデータを取得することのできる任意の他のイメージング・モダリティのような、医用イメージング装置を含むことができる。他の実施形態によれば、取得システムは、３

Dデータを取得することのできる非医用装置を含むことができる。他の実施形態によれば、システム100は、システム100とは別個の装置により取得され又は生成された1つ以上の3Dデータセットを受け取ることができる。

【0016】

図2は、一実施形態に従ってボリューム・レンダリング画像を作成するために用いることのできる幾何学的構成を表す概略図である。図2は、3Dデータセット150及び観察平面154を含む。

【0017】

図1及び図2の両方を参照して説明すると、プロセッサ104は、多数の異なる技術に従ってボリューム・レンダリング画像を作成することができる。模範的な一実施形態によれば、プロセッサ104は、観察平面154からのレイ・キャスト技術によりボリューム・レンダリング画像を作成することができる。プロセッサ104は、観察平面154から3Dデータセット150へ複数の平行な射線を投射することができる。図2は、観察平面154と境を接する射線156、射線158、射線160及び射線162を示している。当然ことながら、観察平面154内の全ての画素163に値を割り当てるために追加の射線を投射することができる。3Dデータセット150はボクセル・データを有し、各々のボクセル、すなわち、ボリューム（体積）要素には、値又は強度が割り当てられる。実施形態によっては、各ボクセルには、不透明度を割り当てることもできる。一実施形態によれば、プロセッサ104は、射線が交差する観察平面154内の各画素に値を割り当てるために、ボリューム組成について標準的な「前から後へ」の技術を使用することができる。例えば、そこから画像を観察する方向である前方から始めて、対応する射線に沿った全てのボクセルの強度を合算することができる。次いで、随意選択により、射線に沿ったボクセルに対応する不透明度を該強度に乗算して、不透明度で重み付けした値を生成することができる。これらの不透明度で重み付けした値は、次いで、各々の射線163に沿って前後方向に累算される。この処理は、ボリューム・レンダリング画像を作成するために、観察平面154内の各々の画素163について繰り返される。一実施形態によれば、観察平面154からの画素値を、ボリューム・レンダリング画像として表示することができる。ボリューム・レンダリング・アルゴリズムは、不透明度ゼロ（完全に透明）から1.0（完全に不透明）まで漸進的に移行する不透明度関数を使用するように構成することができる。ボリューム・レンダリング・アルゴリズムは、観察平面154内の各々の画素163に値を割り当てるとき、各々の射線に沿ったボクセルの不透明度を考慮することができる。例えば、1.0に近い不透明度を持つボクセルは、射線に沿った更に遠いボクセルからの寄与分の殆どを阻止し、それに対して、ゼロに近い不透明度を持つボクセルは、射線に沿った更に遠いボクセルからの寄与分の殆どを許可する。また、表面を視覚化するとき、ボクセルの不透明度を値に基づいて再割り当てする閾値判別動作を遂行することができる。模範的な閾値判別動作によれば、閾値よりも大きい値を持つボクセルの不透明度を1.0に設定することができ、他方、閾値よりも小さい値を持つボクセルの不透明度をゼロに設定することができる。他の種類の閾値判別方式もまた使用することができる。例えば、不透明度関数を用いて、閾値よりも明瞭に大きいボクセルを1.0（不透明度である）に設定し且つ閾値よりも明瞭に小さいボクセルをゼロ（半透明）に設定することができる。しかしながら、不透明度関数を用いて、閾値に近い値を持つボクセルにゼロ及び1.0以外の不透明度を割り当てることのできる。この「移行」区域は、簡単なバイナリ（二値）閾値判別アルゴリズムを用いるときに生じることのあるアーティファクトを低減するために用いることができる。例えば、値に対して不透明度をマッピングする線形関数を用いることにより、「移行」区域内の値を持つボクセルに不透明度を割り当てることのできる。ゼロから1.0まで進む他の種類の関数もまた用いることができる。他の実施形態によれば、上述したもの以外のボリューム・レンダリング技術もまた、3Dデータセットからボリューム・レンダリング画像を作成するために用いることができる。

【0018】

ボリューム・レンダリング画像は、深さについてのより良い知覚をユーザーに提供する

10

20

30

40

50

ために陰影付けすることができる。例えば、複数の表面を、3Dデータセットに基づいて定めることができる。次いで、模範的な実施形態によれば、各々の画素において勾配を計算することができる。次いで、プロセッサ104（図1に示す）により、各々の画素に対応する表面上の位置における光反射を計算し、また勾配及び特定の光方向に基づいて標準的な陰影付け方法を適用することができる。

【0019】

図3は、一実施形態に従った方法300を例示する流れ図である。個々のブロックは、方法300に従って遂行することのできる各段階を表す。方法300の技術的效果は、ボリューム・レンダリング画像の陰影付けを決定するために用いられる光方向を示すための光方向インジケータ及び立体のモデルを表示することである。

10

【0020】

図4は、一実施形態に従った表示装置の一画面を表す概略図である。画面400は、ボリューム・レンダリング画像402と、光ナビゲータ409とを含む。光ナビゲータ409は、縮尺のボリューム・レンダリング画像404と、光方向インジケータ405と、立体のモデル406とを含む。この開示の目的のために、用語「光ナビゲータ」とは、光方向インジケータと立体のモデルとの組合せを含むものと定義する。光ナビゲータ409はまた、図4の実施形態に示されているように実施形態によっては、縮尺のボリューム・レンダリング画像404を含むことができる。画面400についての更に詳しい説明は後で行う。

【0021】

20

図1、図3及び図4を参照して説明すると、方法の段階302において、プロセッサ104が3Dデータセットを入手する。前に述べたように、3Dデータセットは、模範的な実施形態によれば医用イメージング装置から入手することができる。3Dデータセットはボクセル・データを含むことができ、この場合、各ボクセルには強度(intensity)に対応する値が割り当てられている。段階304において、プロセッサ104が3Dデータセットからボリューム・レンダリング画像を作成する。一実施形態によれば、プロセッサ104は、図2に関して述べた技術の内の1つに従ってボリューム・レンダリング画像を作成することができる。段階304におけるボリューム・レンダリング画像の作成の一部として、プロセッサ104はボリューム・レンダリング画像についての陰影付けを決定する。図2に関して前に述べたように、画像の陰影付けには、特定の光方向からの光がボリューム・レンダリング画像中に表された構造と相互作用する仕方を計算することを含むことができる。陰影付けを制御するアルゴリズムは、ボリューム・レンダリング画像中に表された表面の配向に基づいて光が反射、屈折及び拡散する仕方を計算することができる。光方向の配向はボリューム・レンダリング画像に陰影付けする仕方に直接的に影響する。ボリューム・レンダリング画像の陰影付けは当業者には周知であり、従って、更に詳細には説明しない。

30

【0022】

段階306において、プロセッサ104が、段階304で作成されたボリューム・レンダリング画像を表示装置108上に表示する。ボリューム・レンダリング画像402（図4に示す）は、一実施形態に従って作成し表示することのできるボリューム・レンダリング画像の一例である。以後、方法300について、図4に例示された模範的な実施形態に従って説明する。当業者には、他の実施形態が模範的な実施形態から異なることがあることが理解されたい。

40

【0023】

図1、図3及び図4を参照して説明すると、段階308において、プロセッサ104は、立体のモデル406のような立体のモデルを表示する。立体のモデル406は、図4に示された実施形態に従って球のモデルとすることができる。他の実施形態によれば、立体のモデルは、楕円体のモデル又は大体凸状の外表面を持つ他の形状のモデルのような、異なる形状のモデルを含むことができる。更に別の実施形態によれば、立体のモデルは、大体滑らかな外表面を持つ任意の形状のモデルを含むことができる。次に、段階310にお

50

いて、プロセッサ104は光方向インジケータ405のような光方向インジケータを表示する。一実施形態によれば、光方向インジケータ405は、光源アイコン408及び強調表示（ハイライト）411の両方を含むことができる。光源アイコン408は、ボリューム・レンダリング画像402に陰影付けするために用いられる光方向を指示する。一実施形態によれば、光源アイコン408は、矢尻415を持つ矢印413のモデルとすることができる。光源アイコン408は、ユーザーが一方の端を反対側の端から明瞭に識別することができるような形状又は指向性を持つ多角形モデルの表現を含むことができる。このように、指向性モデルは、ボリューム・レンダリング画像に陰影付けするために用いられる光方向を明瞭に指示するように用いることができる。強調表示411は、立体のモデル406上の明るい領域を含む。強調表示411は、光方向からの立体のモデルの照明に起因した反射率の増大した領域を示すことができる。強調表示411は、立体のモデル406のレンダリングの一部として含めることができる。

10

【0024】

随意選択により、プロセッサ104（図1に示す）は、縮尺のボリューム・レンダリング画像404のような、縮尺のボリューム・レンダリング画像を作成して表示することができる。縮尺のボリューム・レンダリング画像404は、ボリューム・レンダリング画像402の相対的に小さくした表現である。縮尺のボリューム・レンダリング画像404は、ボリューム・レンダリング画像402と同じ透視方向から示されている。実施形態によっては、縮尺のボリューム・レンダリング画像404は、随意選択により、ボリューム・レンダリング画像402と同様に同じ相対的光方向に従って陰影付けすることができる。すなわち、ボリューム・レンダリング画像402に対する光方向の位置は、縮尺のボリューム・レンダリング画像404に対する光方向の位置と同じである。図4に示された実施形態では、光方向は、光源アイコン408によって指示されているように左上から来る。図4における光方向はまた、僅かに前側からである。本書での説明のために、用語「前側」及び「後側」は、画像に対する光方向の配向を記述するために用いる。観察方向は、ユーザーが画像を見る方向である。観察方向は、典型的には、ユーザーから表示装置へ向かう方向において表示装置に対して垂直である。本書での説明のために、用語「前側」は、観察方向から見ることでできるモデル又はボリューム・レンダリング内の表面を含むと定義される。逆に、本書での説明のために、用語「後側」は、観察方向から180度の方向から見ることでできるモデル又はボリューム・レンダリング内の表面を含むと定義される。ボリューム・レンダリング画像402、縮尺のボリューム・レンダリング画像404、光源アイコン408及び立体のモデル406の全てについてボリューム・レンダリングすることができるので、用語「前側」及び「後側」は、上述の要素のいずれにも適用することができる。従って、陰影410は、ボリューム・レンダリング画像402の右及び下側に顕著である。画面400の概略図には示されていないが、ボリューム・レンダリング画像402の陰影付けは、反射領域を含めて、より微妙な効果も含む。更に、陰影付けは、光方向に基づいて拡散陰影付け及び鏡面陰影付けの一方又は両方を含むことができる。

20

30

【0025】

立体のモデル406及び光源アイコン408の両方は、一実施形態に従って多角形モデルから作成することができる。光源アイコン408を作成するために多角形モデルを使用することにより、プロセッサ104（図1に示す）は、立体のモデル406に対して様々な異なる透視方向から光源アイコン408の3次元性を表現することができる。そこで、一実施形態によれば、光源アイコン408は、縮尺のボリューム・レンダリング画像404及び立体のモデル406に対して様々な異なる位置及び配向で示すことができる。一実施形態によれば、立体のモデル406は、光源アイコン408又は強調表示411が立体のモデル406の後側にあるときでさえも光源アイコン408及び／又は強調表示411の位置を観察者が見ることができるようにするために、透明又は半透明にすることができる。プロセッサ104（図1に示す）は、光源アイコン408の配向に関してより良い透視感をユーザーに与えるために、光源アイコン408に対して幾分かの陰影付けを適用することができる。

40

50

【0026】

次に、段階315において、ユーザーは、光方向インジケータ405を動かすのが望ましいかどうか判定する。光方向インジケータ405を動かすのが望ましくない場合、方法は終了する。しかしながら、光方向インジケータ405を動かすのが望ましい場合、方法300は段階316へ進む。段階316において、ユーザーは、光方向インジケータ405を位置決めし直すために、ユーザー入力106（図1に示す）を介して指令を入力することができる。ユーザーは、光方向インジケータ405の位置を動かすためにユーザー入力106を使用することができる。模範的な一実施形態によれば、ユーザー入力106は、仮想トラックボールとして機能するように構成設定されたトラックボール又はマウスを含むことができる。例えば、マウス又はトラックボールの動きは仮想トラックボール上に投影することができ、仮想トラックボールは光方向インジケータ405の回転を制御する。ユーザー入力106による並進移動により、結果として、並進移動の方向に仮想トラックボールの回転を生じさせる。例えば、画面400に表された実施形態では、光方向インジケータ405は光源アイコン408及び強調表示411の両方を含む。仮想トラックボールは、立体のモデル406に対して光源アイコン408及び強調表示411の位置を制御する。例えば、光源アイコン408及び強調表示411の両方は、仮想トラックボールの回転に基づいて実時間で立体のモデル406の周りを回転することができる。別の実施形態では、ユーザー入力はトラックボールを含むことができる。トラックボールの動きを直接的に仮想トラックボールにマッピングすることができる。すなわち、単純に画面上のポインタの並進を制御する代わりに、プロセッサ104（図1に示す）は、トラックボールによるユーザーの動きを反映して、立体のモデル406の周りを回転するように光方向インジケータ405を動かすことができる。トラックボール又は仮想トラックボールを用いて光方向を3次元で制御することはユーザーにとって非常に直感的に分かりやすい。いずれの実施形態でも、ユーザーは、ユーザー入力106の機能を仮想トラックボールとして初期化するために光ナビゲータ409（図4に示す）などに対して、ボタンを選択し、或いはカーソル、ポインタ又はアイコンを特定の位置に置くことを必要とすることがある。ここで、ユーザー入力106が他の実施形態に従って他の方法で光方向を制御できることを理解されたい。

【0027】

一実施形態によれば、プロセッサ104は、段階304においてボリューム・レンダリング画像402に陰影付けするために用いたのと同じ光方向に基づいて、縮尺のボリューム・レンダリング画像404に陰影付けすることができる。例えば、前に述べたように、縮尺のボリューム・レンダリング画像404は、ボリューム・レンダリング画像402を小さくしたものであってよい。これは、縮尺のボリューム・レンダリング画像404が、ボリューム・レンダリング画像402と同じ配向で同じ構造を示していることを意味する。更に、一実施形態によれば、陰影付けは、同じ相対的な光方向に基づいて、ボリューム・レンダリング画像402及び縮尺のボリューム・レンダリング画像404に適用できる。すなわち、縮尺のボリューム・レンダリング画像404についての陰影付けは、ボリューム・レンダリング画像402について陰影を生成するために用いられた光方向と同じ光方向に基づいて為される。当業者には理解されるように、必ずしも、縮尺のボリューム・レンダリング画像404について陰影付けを独立に計算する必要はない。代わりに、プロセッサ104は、任意の陰影を含んでいるボリューム・レンダリング画像402を小さくしたものを、縮尺のボリューム・レンダリング画像404として使用することができる。その結果、陰影はボリューム・レンダリング画像402及び縮尺のボリューム・レンダリング画像404の両方において同じにすることができる。また、縮尺のボリューム・レンダリング画像404はボリューム・レンダリング画像402よりも小さいので、縮尺のボリューム・レンダリング画像404の解像度をボリューム・レンダリング画像402よりも低くする必要があることを理解されたい。

【0028】

一実施形態によれば、陰影付けのために、プロセッサ104は、各々のボクセルの色、

不透明度及び位置を入力として使用して、ボリューム・レンダリング画像に表された様々な構造で光がどのように反射し、屈折し、拡散するかを計算し、もってより現実的なボリューム・レンダリング画像を作成することができる。

【0029】

一実施形態によれば、立体のモデル406は少なくとも半透明とすることができる。これは、立体のモデル406が完全に透明であり得ること（この場合、立体のモデル406は光方向からの光と相互作用する状態に基づいて視覚可能になるに過ぎない）、或いは立体のモデル406が部分的に不透明であり得ることを意味する。立体のモデル406が半透明である（すなわち、部分的に不透明である）実施形態では、立体のモデル406は縮尺のボリューム・レンダリング画像404を部分的に遮ることができる。強調表示411は、一実施形態に従って、立体のモデル406が光源アイコン408又は光方向から出た光をどのように反射し及び屈折するかを計算することによって作成することができる。ここで、強調表示411は図4に一樣な領域として示されているが、反射の領域で、矢尻415の中心からの半径方向の距離につれて強度を減少させることができることを理解されたい。例えば、反射の領域は、矢尻415の中心からの半径方向の距離につれて強度を滑らかに減少させることができる。他の実施形態では、立体のモデル406上に強調表示411を含まないようにすることができる。

【0030】

図5は、一実施形態に従って第1の位置に光方向インジケータ405を持つ光ナビゲータ409を表す概略図である。図6は、一実施形態に従って第2の位置に光方向インジケータ405を表す概略図である。図7は、一実施形態に従って第3の位置に光方向インジケータ405を表す概略図である。図4、5、6及び7に示されている光ナビゲータ409において同じ構成要素を識別するために共通の参照符号を使用している。

【0031】

次に図3、図4、図5、図6及び図7を参照して説明すると、前に述べたように、段階316において、ユーザーは光方向インジケータ405（図4に示す）を第1の位置から第2の位置へ動かすことができる。例えば、ユーザーは光方向インジケータ405を（図4に示されている位置のような）第1の位置から（図5、図6及び図7に示されている模範例の位置のいずれかを含む）第2の位置へ動かすことができる。例えば、第1の模範例の位置が図5に示され、第2の模範例の位置が図6に示され、また第3の模範例の位置が図7に示されている。

【0032】

図5について説明すると、光方向インジケータ405が立体のモデル406の右側に位置決めされている。これは、光方向が右から出ている状況に対応する。矢尻415は明瞭に左を指している。これは、ボリューム・レンダリング画像の陰影付けが右からの光方向に基づいて行われたことに対応する。縮尺のボリューム・レンダリング画像404は、光源アイコン408及び強調表示411によって指示されているような光方向と一致する陰影412を含む。

【0033】

図6について説明すると、第2の模範例の位置は、右上に配置されて、ほぼ時計の2時の位置にある光源アイコン408を持つ。しかしながら、光源アイコン408の幾何学的形状に基づいて、且つ立体のモデル406が光源アイコン408より前にあることに注意すると、光源アイコン408が僅かに立体のモデル406の背後に配置されていると云うことはユーザーにとって容易である。換言すると、矢尻415の方向は僅かに観察方向に対して向かってくる方向である。

【0034】

図7について説明すると、第3の模範例の位置では、光源アイコン408はほぼ時計の7時の位置にある。しかしながら、光源アイコン408は立体のモデル406より前に配置される。これは、光方向が球のモデルの前側からであることを表している。矢尻415は球のモデル406の方を指している。縮尺のボリューム・レンダリング画像404は、

光源アイコン 408 によって指示されているような光方向と一致する陰影 412 を含む。

【0035】

一実施形態によれば、プロセッサ 104（図 1 に示す）は、最も現実的な透明度の値を得るために、光源アイコン 408、立体のモデル 406 及び縮尺のボリューム・レンダリング画像 404 をレンダリングする順序を制御することができる。例えば、光が前側から来ていることを光源アイコン 408 が表しているときの実施形態又は構成では、プロセッサ 104 は、レンダリングを遂行するために、先ず立体のモデル 406 の後側をレンダリングすることができる。次いで、プロセッサ 104 は、縮尺のボリューム・レンダリング画像 404 をレンダリングすることができる。次いで、プロセッサ 104 は、立体のモデル 406 の前側をレンダリングすることができる。最後に、プロセッサ 104、光方向アイコン 408 をレンダリングすることができる。

10

【0036】

対照的に、図 6 におけるように、光が後側から来ているときの実施形態又は構成では、レンダリング順序は逆にされる。すなわち、先ず光源アイコン 408 がレンダリングされ、次いで立体のモデル 406 の後側、次いで縮尺のボリューム・レンダリング画像 404、そして最後に立体のモデル 406 の前側がレンダリングされる。

【0037】

図 3 及び図 4 を参照して説明すると、段階 318 において、プロセッサ 104（図 1 に示す）は、新しい又は第 2 の光方向に基づいてボリューム・レンダリング画像 402 の陰影を更新する。一実施形態によれば、縮尺のボリューム・レンダリング画像 404 に対する光源アイコン 408 の位置は、ボリューム・レンダリング画像 402 に対する新しい又は第 2 の光方向の位置と同じである。プロセッサ 102 は、第 2 の光方向を用いてボリューム・レンダリング画像 402 の陰影を計算する。

20

【0038】

プロセッサ 104 は、次いで、第 2 の光方向に基づいて縮尺のボリューム・レンダリング画像 404 の陰影を更新することができる。一実施形態によれば、プロセッサ 104 は、ボリューム・レンダリング画像 402 を用いて第 2 の光方向インジケータ 405 に基づいた陰影を計算し、それと同じ陰影を縮尺のボリューム・レンダリング画像 404 に適用することができる。次に、プロセッサ 104 は、第 2 の光方向に基づいて立体のモデル 406 の陰影を更新することができる。縮尺のボリューム・レンダリング画像 404 及び立体のモデル 406 に対して光源アイコン 408 を動かすことによって、ユーザーは、ボリューム・レンダリング画像 402 に陰影付けするために用いられる光方向を制御することができる。一実施形態によれば、段階 316 及び 318 は、ユーザーが光源アイコン 408 を動かしているときに実時間で生じることができる。この結果として、ボリューム・レンダリング画像 402、縮尺のボリューム・レンダリング画像 404 及び立体のモデル 406 上の陰影が全て、光源アイコン 408 の位置によって制御された通りに実時間の光方向を反映するように更新される。これにより、ユーザーは、光源アイコン 408 の動きによって生じた光方向の変化の効果を素速く且つ容易に見ることができる。段階 320 において、ユーザーは、随意選択により、再び光源アイコン 408 を動かすことができる。ユーザーが光源アイコン 408 を動かすことを選んだ場合、方法 300 は段階 316 へ戻り、そこで段階 316、318、320 を繰り返す。

30

40

【0039】

縮尺のボリューム・レンダリング画像 404 と立体のモデル 406 と光源アイコン 408 との組合せにより、ユーザーはボリューム・レンダリング画像 402 に陰影付けするために用いられる光方向の正確な位置を素速く且つ正確に把握するのが可能になる。一実施形態に従って、縮尺のボリューム・レンダリング画像 404 及び立体のモデル 406 の両方が光方向に基づいて陰影付けされるので、ユーザーが光源アイコン 408 の 3 次元位置を理解するのが非常に直感的である。また、立体のモデル 406 上の陰影を利用することは、ユーザーが光源アイコン 408 の相対的な位置を把握するのに大いに役立つ。例えば、ユーザーが光源アイコン 408 を動かすにつれて、立体のモデル 406 上の陰影が、光

50

方向の変化に対応して実時間で変化することができる。立体のモデル406に適用される陰影付けは、ユーザーに非常に親しみのある態様で明るい領域と陰影領域とを生成する。これは、ユーザーがボリューム・レンダリング画像上に所望の陰影を得るために光源を正確に位置決めするを容易にし且つ素速くさせる。

【0040】

本明細書は、本発明を開示するために、また当業者が任意の装置又はシステムを作成し使用し、任意の採用した方法を遂行すること含めて、本発明を実施できるようにするために、様々な例を使用した。本発明の特許可能な範囲は「特許請求の範囲」の記載に定めており、また当業者に考えられる他の例を含み得る。例えば、光方向は、ボリューム・レンダリング画像に陰影付けするために用いられる光線の方角を表すことができる。ボリューム・レンダリング画像の陰影を決定するために用いられる光線は、（例えば、コリメートされたペンシル・ビームから投光照明のような拡散パターンまで、或いは両者の間の任意の範囲内で変化する）幅及び／又は拡がりの程度、（例えば、「寒色」の青／緑の色合いから「暖色」の赤／黄の色合いまで又は自然な肌の色合いまでも変化する）カラーパレット、強度及び／又は侵入深さに関して、臨床医によって調節可能にすることができる。これらの及び他の例は、それらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から実質的に差異のない構造的要素を持つ場合、或いはそれらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から実質的に差異のない等価な構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内にあるものとする。

10

【0041】

本明細書は、最良の実施形態を含めて、本発明を開示するために、また当業者が任意の装置又はシステムを作成し使用し、任意の採用した方法を遂行すること含めて、本発明を実施できるようにするために、様々な例を使用した。本発明の特許可能な範囲は「特許請求の範囲」の記載に定めており、また当業者に考えられる他の例を含み得る。このような他の例は、それらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から実質的に差異のない構造的要素を持つ場合、或いはそれらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から実質的に差異のない等価な構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内にあるものとする。

20

【符号の説明】

【0042】

- 150 3Dデータセット
- 154 観察平面
- 156 射線
- 158 射線
- 160 射線
- 162 射線
- 163 画素
- 300 一実施形態に従った方法
- 400 画面
- 402 ボリューム・レンダリング画像
- 404 縮尺のボリューム・レンダリング画像
- 405 光方向インジケータ
- 406 立体のモデル
- 408 光源アイコン
- 409 光ナビゲータ
- 410 陰影
- 411 強調表示
- 412 陰影
- 413 矢印
- 415 矢尻

30

40

【図 1】

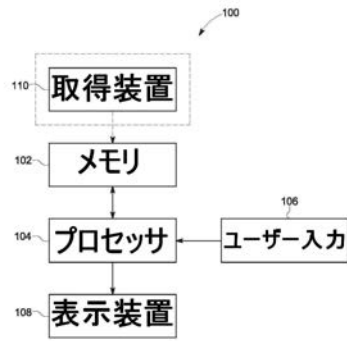


FIG. 1

【図 2】

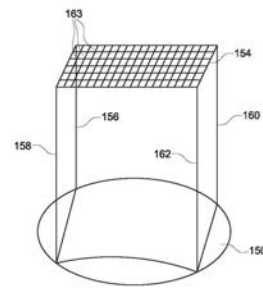


FIG. 2

【図 3】

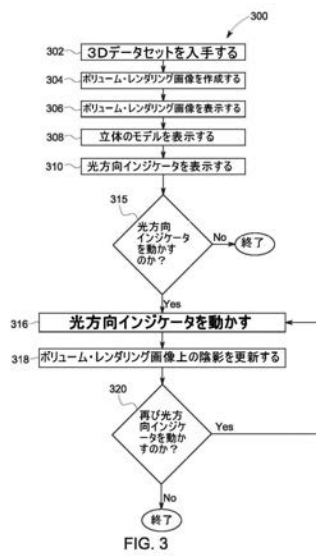


FIG. 3

【図 4】

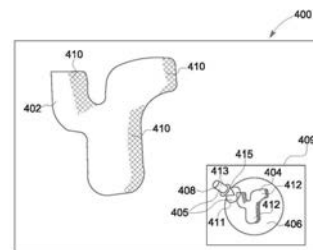


FIG. 4

【図 5】

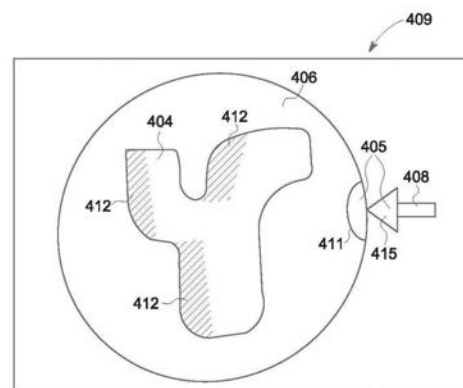


FIG. 5

【図 6】

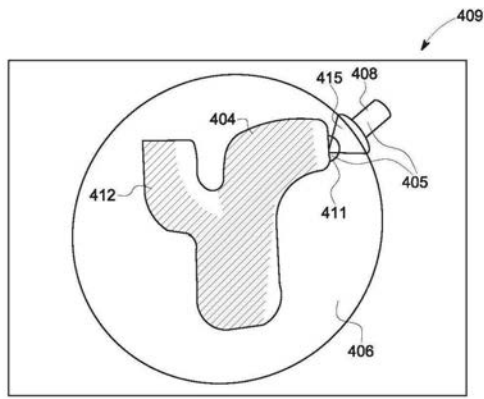


FIG. 6

【図 7】

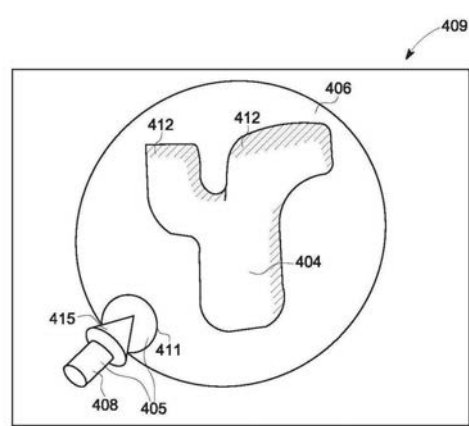


FIG. 7

フロントページの続き

(74)代理人 100151286

弁理士 澤木 亮一

(72)発明者 ジェラルド・シュローカー

オーストリア・4 8 7 1、ジップ、タイフェンバッハ、1 5 番

Fターム(参考) 5B080 AA08 AA13 AA17 BA02 DA06 FA02 FA03 FA17 GA06 GA11