

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5038429号
(P5038429)

(45) 発行日 平成24年10月3日 (2012. 10. 3)

(24) 登録日 平成24年7月13日 (2012. 7. 13)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 T 19/00 (2011. 01)

G 0 6 T 17/40 A

G 0 6 F 3/048 (2006. 01)

G 0 6 F 3/048 6 5 1 B

G 0 6 T 15/40 (2011. 01)

G 0 6 T 15/40 2 0 0

請求項の数 32 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-532554 (P2009-532554)
 (86) (22) 出願日 平成19年10月10日 (2007. 10. 10)
 (65) 公表番号 特表2010-507150 (P2010-507150A)
 (43) 公表日 平成22年3月4日 (2010. 3. 4)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/080937
 (87) 国際公開番号 W02008/045934
 (87) 国際公開日 平成20年4月17日 (2008. 4. 17)
 審査請求日 平成22年10月5日 (2010. 10. 5)
 (31) 優先権主張番号 11/545, 773
 (32) 優先日 平成18年10月11日 (2006. 10. 11)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500102435
 ダッソー システムズ
 DASSAULT SYSTEMES
 フランス 7 8 1 4 0 ペリツィー・ピラ
 クブレリュ マルセル ダッソー 1 0
 (74) 代理人 100077481
 弁理士 谷 義一
 (74) 代理人 100088915
 弁理士 阿部 和夫
 (72) 発明者 ジャンー・ジャック グリモー
 アメリカ合衆国 0 1 8 9 0 マサチュー
 セッツ州 ウィンチェスター ジン ロー
 ド 1 6

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元画像の追従方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンピュータ上で実行されるソフトウェアによって実装され、複数の別個の部分を用意する集合の三次元コンピュータモデルにおいて部分の幾何学的形態に追従するための方法であって、

前記コンピュータが、前記三次元コンピュータモデルをコンピュータスクリーン上に表示するステップと、

前記コンピュータが、前記コンピュータのインターフェースを介して、前記集合の複数の部分から前記部分の選択を受信するステップと、

前記選択によって選択された選択部分が追従されるのにもない、前記選択部分の表示を可能にするために、前記コンピュータが、前記三次元コンピュータモデルを処理して、前記選択部分の表示を妨げる他の部分であって、前記集合において前記選択部分とは異なる他の部分を同時に且つ自動的に取り除きつつ、幾何学的形態に沿って前記選択部分に追従するステップと

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記三次元コンピュータモデルを前記コンピュータスクリーン上で再配置して、先に表示されておらず且つ前記部分が追従される方向に位置づけられた前記三次元コンピュータモデルのさらなる一部分を表示して、前記幾何学的形態が前記方向にさらに追従されるステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

10

20

【請求項 3】

前記部分の選択は、前記三次元コンピュータモデルから前記選択部分の表示を妨げるすべての障害物を初めに自動的に取り除くことを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記選択を受信するステップは、カーソルを使用して前記部分を選択するステップを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記選択を受信するステップは、ディレクトリツリー構造から前記部分を選択するステップを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 6】

前記選択を受信するステップは、前記部分を含むレイヤを除いた前記三次元コンピュータモデルの全レイヤに対してフィルタをかけて除去するステップを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記選択部分に追従する前記ステップは、ユーザによって選択された所定の速度で前記部分に自動的に追従するステップを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記選択部分に追従する前記ステップは、カーソルを使用して、三次元画像を表示する前記コンピュータスクリーン上で前記選択部分に追従するステップを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 9】

前記部分はパラメトリック曲線モデルによって表され、且つ前記パラメトリック曲線モデルを表示する表示点は、前記パラメトリック曲線モデルの接線に対して法線方向の表示面内において提供されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

新たな接線が前記パラメトリック曲線モデルの前記幾何学的形態の変化の各々に対して形成されることを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記選択部分の選択された表面に対して法線方向の平面が算出される、且つ前記選択部分が前記三次元コンピュータモデル内で表示される表示の点が、前記法線方向の平面において定義されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 12】

前記選択部分に追従する前記ステップは、前記選択部分に向かうカーソルの移動を抑制しつつ、前記選択部分に沿ってカーソルを移動させるステップを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記選択部分に向う前記カーソルの前記移動を抑制する際には、前記カーソルの前記移動の成分が前記選択部分の境界線内である限り、前記カーソルを制御する入力デバイスの移動によって前記カーソルの移動が生じることを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

40

【請求項 14】

前記選択部分は副部分の集合から成ることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記副部分の集合は併合操作を介して定義されることを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記副部分の集合は前記副部分の共通の特性に基づいていることを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 17】

前記選択部分は単一の個別の部分から成ることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

50

【請求項 18】

前記三次元コンピュータモデルは容積測定モデルを含み、前記選択部分はカーソルを使用して追従され、前記カーソルの移動は、スカラ場、ベクトル場、及びテンソル場の内の1つの値を使用して前記選択部分に制約されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 19】

オーディオ出力が前記選択部分に追従する前記ステップと関連付けられて使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 20】

カーソルは前記選択部分に追従する際に使用され、且つ前記オーディオ出力は、前記カーソルが前記選択部分に追従する限り作成される連続音を含むことを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

10

【請求項 21】

前記選択部分に制約されたカーソルは前記部分に追従するのに使用され、前記オーディオ出力は、前記部分が追従されないことに関する指示を作成するのに使用されることを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【請求項 22】

前記オーディオ出力は前記選択部分が追従されないときに生成された告知音を含むことを特徴とする請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

前記オーディオ出力は、前記選択部分に追従する前記ステップ中に遭遇された不調和に応じて生成された告知音を含むことを特徴とする請求項 21 に記載の方法。

20

【請求項 24】

一連の点が前記選択部分の前記幾何学的形態を表す際に使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 25】

ユーザに提示された前記三次元コンピュータモデルの表示の点の方向は、前記表示の方向に延びる線と前記幾何学的形態の接線との間において定義された角度が一定に保たれるように変化されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 26】

前記幾何学的形態は前記選択部分の表面であり、且つ前記表示の方向に延びる線と前記表面の接線との間の角度が一定に保たれることを特徴とする請求項 25 に記載の方法。

30

【請求項 27】

前記選択部分において連続性に変化があるときは、前記三次元コンピュータモデルは、前記連続性の变化に先立って、新たな方向に直ちに移行することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 28】

前記連続性の变化が生ずると、告知が発せられることを特徴とする請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

前記三次元コンピュータモデルが表示される表示域内で移動するカーソルは、前記選択部分に追従する際に使用される、且つ前記カーソルが前記表示域の境界の点まで移動すると、前記表示域が移動されて、前記カーソルは前記選択部分に継続して追従することができることを特徴とする請求項 27 に記載の方法。

40

【請求項 30】

前記選択部分に関してなされた計算に基づく情報が表示されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 31】

前記部分の表示を妨げる障害物は、前記選択部分の前に位置付けられることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 32】

50

除去された障害物は、前記コンピュータスクリーン上のゴースト画像として残ることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三次元コンピュータモデルの分野に関し、より詳細には、ユーザが三次元画像と情報のやりとりを行うことを可能にするコンピュータベースの方法及びソフトウェアに関する。

【背景技術】

【0002】

コンピュータアプリケーションによって用いられる多くの様々なツールが当然ある。そのコンピュータアプリケーションは、三次元モデル又は画像上で動作し、様々なタスクを実行する。あるアプリケーションでは、ポインタを用いて、表面を追従することができる。例えば、一般的な譲受人であるシマージュ社によって開発されたアプリケーションにおいて、「トイトップ」の形状をしたポインタ又はカーソルは、ポインタが移動する表面の法線方向を示している。この「トイトップ」ポインタを用いて、ポインタの軸に対して直角に設けられるツール（例えば、切断面）を位置付けることができ、又は、ポインタの軸に沿って視点を位置付けることができる。

【0003】

これらの方法は、三次元コンピュータモデル及び画像と情報のやりとりを行う非常に有用な方法であるが、これらのアプリケーションは、点が静止している部分の表示が、ユーザが追従する又はそうでなければ交信することを望む部分の正面に位置付けられる他の部分若しくは集合によって妨害又は邪魔されないということを仮定する。より具体的には、上述した方法において、「トイトップ」ポインタは、ポインタが位置付けられた選択された部分の正面にある別の部分の表面、又はポインタが位置付けられた選択された部分をブロックする別の部分の表面に遭遇したとき、ポインタは、元の選択された部分の表示を妨げる部分又は集合の表面に「ジャンプ」し、元の部分の表面上には留まらない。

【0004】

三次元を表示する現在の方法は、パイプライン全体を追従することを試みる際に、パイプ等のオブジェクトは、二次元描画を用いることも含む。しかしながら、ラインが多く存在する場合又は他の障害物がある場合には、特定のラインを追従することは、実際には不可能である。

【0005】

対象にいくらか関連する方法が、M a t s u i らによる特許文献 1 に開示されている。その方法は、パイプの X 写真に対して微分解析を実行するステップを含み、パイプの接合部における欠陥を検出する。しかしながら、他に多くの違いのうち、このアプローチは、情報のやりとりを行わず、微分解析を用いて欠陥の画像を提供する。

【0006】

関連しそうな他の特許として、特許文献 2、特許文献 3、特許文献 4、特許文献 5、特許文献 6 が挙げられる。例えば、これらの特許のうち 1 番目のものは、オブジェクトベースのモデルデータ構造上で動作する方法を開示している。そのモデルデータ構造から第 1 の画像が作成され、オブジェクトベースのモデルデータ構造を用いて、追加、置換又は削除されたオブジェクトを有する第 2 の画像を作成する。後者の例においては、オブジェクトを削除して、隠れていたオブジェクトを表示することができる。2 番目の特許は、他のツールを用いて構成することができるクリックスルーツールを有するユーザインタフェースに関する。そのツールは、視覚フィルタを有するクリックスルーツールを含む。

【0007】

また、その全体において及び全体の目的に関して参照することによって本明細書に組み込まれた同時係属中の出願番号 10 / 532305 を一般的に割り当てるために参照される。この特許出願は、新たに定義された属性が「ロックされる」ことを可能にするデバイ

10

20

30

40

50

スを開示しており、それらの位置を、カメラの位置の連続的な変更の間、保持する。そのデバイスは、カメラの位置が変更されると、二次元の影響範囲がロックされたオブジェクトを追従する「追従モード」を有利に備える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第5,182,775号

【特許文献2】米国特許第5,467,441号

【特許文献3】米国特許第5,617,114号

【特許文献4】米国特許第5,729,704号

【特許文献5】米国特許第5,818,455号

【特許文献6】ヨーロッパ特許EP 0 636 971 B1号明細書

【発明の概要】

【0009】

本発明の一つの態様によると、他のオブジェクト、部分、又は集合が、そのような表示を妨げたとき、及び部分を一部又は全体の範囲にわたって追従するとき、対話形式でその全体における選択された部分を表示する能力、又は部分の要素を表示する能力を用いてユーザに利用可能な方法が提供される。単に部分を展開すること及び部分の周囲を不可視にすることが、ここで解決されるべき基本問題に対する適切な解決策ではないことが理解されるべきである。これに関しては、集合内の選択された部分に関する位置を即座に認識し且つ即座に把握することを可能にするために、選択された部分と関連付けられたコンテキスト又はバックグラウンドを提供することが通常必要である。さらに、特定の問題が、部分の全範囲にわたって部分を追従しようとする際に提供されるという点で、新たな表示を妨げるオブジェクトに遭遇する可能性があり、加えて、部分の更なる追従を禁ずるスクリーン境界に到達する可能性がある。

【0010】

明らかになるように、本発明の実施形態は、多くのタイプのドメイン及びプラットフォームにおいて用いることができる。表面三次元モデルに関して、実施形態は、あらゆるタイプのモデル（例えば、NURBS、他のb-レブ(b-rep)定義表面、多角形モデル等）に用いることができる。AECにおいては、実施形態を用いて、例えば、ユーザが建築物内のパイプ、経路、通風管、及びワイヤを追従することを可能にする。航空宇宙及び離散的製造アプリケーションに関しては、実施形態は、ユーザが装置の一部である液相管又は気相管、導管、ケーブル、電線等を追従することを可能にする。石油探査、石油開発、及び化学製品、及び精油所並びに化学プラント等のアプリケーションに関しては、本発明の実施形態は、他のパイプ、処理ユニット、又は他の構造によって覆い隠されたパイプを追従することを可能にする。

【0011】

容積測定モデルに関しては、本発明の実施形態は、採掘アプリケーションに用いることができ、ユーザは、上述したように石油探査及び石油開発において、シャフト、通気、及び岩脈を追従することができ、ユーザは、ドリルで穴を開ける経路、岩石層、及び地層の境界を追従することができる。そして、医療アプリケーションにおいても、実施形態は、ユーザが例えば、静脈管、動脈管、リンパ管並びに胆管、神経系、及び器官の表面を追従することを可能にする。

【0012】

別の用途は、スカラ場又はベクトル場（例えば、液流等）を用いるアプリケーションにおける流れを追従することである。一方、別の用途は、一連の接合点又は接合線等を追従することである。

【0013】

本発明の実施形態は、そのモデルから作られた物理的オブジェクト又は物理的オブジェクトに由来するモデルに関連して三次元モデル又は画像を表示することも可能である。こ

10

20

30

40

50

れは、その場の直接観察を介して、又は遠隔観察を介して達成することができる。実施形態は、ユーザが物理的オブジェクトで、及びモデルで、見ることも可能にし、取るべき任意の行動を決定することも可能にする。この特徴は、例えば、消防活動アプリケーション、化学的アプリケーション、並びにセキュリティアプリケーション、サービス並びに修復、及び医療措置並びに外科手術を含む多くの分野において、非常に有益である。単純な例は、所望のオブジェクト（パイプ、電源ボックス等）に対するアクセスを提供するために、建物の外部からどこに穴をあけるべきか、又は埋設されたオブジェクトに対するアクセスを提供するためにどこに掘削するべきかを判定することである。

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様によると、コンピュータスクリーン上で表示されるモデルであって、選択された部分の形体を、部分を含む三次元コンピュータモデルにおいて追従する方法が提供され、本方法は、三次元コンピュータモデルから部分を選択するステップと、(i) 部分を追従するときに部分の表示を可能にするために、三次元モデルにおいて部分の表示を妨げるあらゆる障害物を同時に且つ自動的に除去しながら、及び(ii) 先に表示されておらず、及びそれによって形体をその方向にさらに追従することを可能にするために追従される部分の方向に位置付けられるモデルの更なる一部を表示するためにコンピュータスクリーン上のモデルを再配置しながら、その形体に沿って部分を追従するステップとを備える。

10

【 0 0 1 5 】

部分の選択は、選択された部分の表示を妨げる、三次元モデルからのあらゆる障害物を初めに自動的に除去するステップを含むことが好ましい。ある好適な実施形態において、三次元モデルから部分を選択するステップは、カーソルを用いて部分を選択するステップを含む。別の好適な実施形態において、三次元モデルから部分を選択するステップは、ディレクトリツリー構造から部分を選択するステップを含む。別の好適な実施形態において、三次元モデルから部分を選択するステップは、部分を含むレイヤを除いた三次元モデルの全レイヤをフィルタにかけて除去するステップを含む。有利な実装において、部分を追従するステップは、ユーザによって選択された所定の速度で部分に自動的に追従するステップを含む。

20

【 0 0 1 6 】

部分を追従するステップは、カーソルを用いて、三次元画像を表示するスクリーン上で選択された部分を追従するステップを含むことが好ましい。

30

【 0 0 1 7 】

ある好適な実施形態において、部分はパラメトリック曲線モデルによって表され、曲線モデルを表示する視点は、曲線モデルの接線に対して法線方向の表示面内に提供される。有利には、新たな接線が曲線モデルの形体の変化の各々に対して形成される。

【 0 0 1 8 】

別の好適な実施形態において、選択された部分の選択された表面に対して法線方向の平面が算出され、選択された部分が三次元コンピュータモデル内で表示される視点が、法線平面に関して定義される。

【 0 0 1 9 】

40

選択された部分を追従するステップは、選択された部分へのカーソルの移動を制約しながら、選択された部分に沿ってカーソルを移動するステップを含むことが好ましい。有利には、選択された部分へのカーソルの移動を制約する際には、カーソルの移動の成分が選択された部分の境界線内である限り、カーソルを制御する入力デバイスの移動によってカーソルの移動が生じる。

【 0 0 2 0 】

ある好適な実施形態において、選択された部分は、下位部分の集合を備える。有利には、下位部分の集合は、併合操作を介して定義される。別の有利な実装において、下位部分の集合は、下位部分の共通のプロパティに基づいている。別の好適な実施形態において、選択された部分は、単一の個別の部分を含む。

50

【 0 0 2 1 】

ある好適な実施形態において、三次元モデルは容積測定モデルを含み、選択された部分はカーソルを用いて追従され、カーソルの移動は、スカラ場、ベクトル場、及びテンソル場の内の1つの値を用いて選択された部分に制約される。

【 0 0 2 2 】

有利な実装において、オーディオ出力が選択された部分を追従するステップと共同して用いられる。ある好適な実施形態において、カーソルが選択された部分を追従する際に用いられ、オーディオ出力は、カーソルが選択された部分を追従する限り作成される連続音を含む。

【 0 0 2 3 】

オーディオ出力が用いられる別の実装において、選択された部分に制約されたカーソルを用いて部分を追従し、オーディオ出力を用いて、部分が追従されないときに関する指示を作成する。オーディオ出力は、選択された部分が追従されないときに生成された告知音を含むことが好ましい。

【 0 0 2 4 】

更なる好適な実施形態において、オーディオ出力は、部分を追従するステップの間に遭遇された不調和に応じて生成された告知音を含む。

【 0 0 2 5 】

ある実装において、一連の点を選択された部分の形体を表す際に用いられる。先に述べたように、この実装は、一連の接合点等を追従することに関連して有益である。

【 0 0 2 6 】

ユーザに示される三次元モデルの視点の方向を、表示の方向と一致する線と形体の接線との間において定義された角度が一定に保たれるように変化することが好ましい。

【 0 0 2 7 】

好適な実施形態において、形体は選択された部分の表面であり、表示の方向と一致する線と表面の接線との間の角度が一定に保たれる。

【 0 0 2 8 】

選択された部分の連続性に変化があるとき、コンピュータモデルは、連続性の変化に先立って、方向から新たな方向に直ちに移動することが好ましい。連続性の変化が生ずると、告知がユーザに発せられることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

更なる好適な実施形態において、三次元モデルを表示する表示域内で移動するカーソルは、選択された部分を追従する際に用いられ、カーソルが表示域の境界の点まで移動したとき、カーソルが選択された部分に継続して追従することを可能にするために表示域を平行移動する。

【 0 0 3 0 】

有利な実施形態において、選択された部分に関してなされた計算に基づく情報もユーザに示される。この特徴は、以下により詳細に述べられる。

【 0 0 3 1 】

本発明の更なる態様によると、スクリーン上の三次元画像の選択された部分を三次元画像内で追従することを可能にするコンピュータベースの方法が提供される。本方法は、表示スクリーン上の三次元画像内に含まれる部分を選択するステップと、選択された部分の表示を妨げる、三次元画像内に含まれるあらゆる障害物を除去するステップと、選択された部分へのカーソルの移動を制約しながら、選択された部分に沿ってカーソルを移動するステップと、カーソルを移動しながら、部分の正面に現れ、及び部分に沿ってカーソルを移動する間に部分の表示を妨げるあらゆる障害物を、スクリーンの選択領域内で自動的に除去するので、カーソルが部分の形体を追従することができ、それによって、部分の形体を追従する際にカーソルを移動するステップ中に、ユーザに選択領域内の選択された部分に関する妨害のない表示を提供するステップとを含む。

【 0 0 3 2 】

ある好適な実施形態において、選択領域は、三次元画像の部分に含むスクリーンの選択された一部分を含む。あるいは、選択領域は、スクリーンの全体を含む。

【0033】

ある好適な実施形態において、選択された部分は、ツリー構造を用いて選択される。別の好適な実施形態において、選択された部分は、部分に関連付けられた識別子を用いてフィルタにかけることによって選択される。ある実装において、識別子は、選択された部分の名前を含む。あるいは、識別子は、選択された部分のプロパティを含む。

【0034】

自動的に除去するステップにおいて、除去された障害物がスクリーンから完全に除去されることが好ましい。好適な代替実施形態では、自動的に除去するステップにおいて、除去された障害物は、スクリーン上のゴースト画像として残存する。

10

【0035】

選択領域は、部分の形体上のカーソルの射影を追従することが好ましい。好適な実施形態において、形体は、表面曲率、端部、及び頂点の内の1つを含む。

【0036】

好適な実施形態において、選択領域は、選択された部分の屈曲した形体上に現れる選択線の最近点を中心とする円を含む。

【0037】

ある好適な実施形態において、ユーザは、画像を表示する際に、静的な視点を提供される。代替的且つ好適な実施形態において、ユーザは、画像を見る際に、カーソルを常に中心とする視点を提供される。別の代替的且つ好適な実施形態において、ユーザは、画像を見る際に、カーソルが表示範囲の境界に近づくときに変化する視点を提供される。

20

【0038】

上述したように、選択された部分は、複数の下位部分を備えることができる。すなわち、単一の個別の部分というよりも部分の下位集合とすることができる。

【0039】

本発明の更なる態様によると、キーボードを含むコンピュータデバイスの表示スクリーン上に表示された三次元コンピュータモデル内で選択された部分の形体を追従する方法が提供される。本方法は、キーボードの第1のキーを押すことに応じて、三次元モデル内で、部分の表示を妨げるあらゆる障害物を除去することによって選択された部分にアクセスするステップと、第2のキーを用いる部分を選択するステップと、形体を追従するために選択された部分の形体に沿ってカーソルを移動するステップと、カーソルを移動しながら、部分に沿ったカーソルの移動中に、部分の正面に現れ、及び部分の表示を妨げるあらゆる障害物を自動的に除去して、カーソルが部分の形体を追従することができ、それによってカーソルを移動するステップ中に、ユーザに選択された部分に関する妨害のない表示を提供するステップとを備え、カーソルを移動するとき、カーソルの移動方向に位置づけられ、及び先に表示されていなかったモデルの更なる一部分を表示するためにスクリーン上に表示されたモデルの表示を変更する。

30

【0040】

好ましくは、形体を追従する際に表示スクリーンの境界にカーソルを移動するときに、表示を変更し、表示スクリーン上に提供されるモデルの表示を移動して、モデルの更なる一部分が先にカーソルの移動方向の境界の外部にあったモデルの一部分となることが好ましい。

40

【0041】

有利には、表示はカーソルを境界に移動する毎に変更され、スクリーン上に表示されるモデルの表示及びスクリーン上のカーソルの一部分を、スクリーン上のカーソルの一部分がスクリーンの中心領域に戻るよう移動し、形体を追従する際のカーソルの更なる移動が中心領域から継続する。

【0042】

更なる障害物を除去するステップは、障害物を介して部分の表示を可能にするために障

50

害物をゴースト線で示すステップを備えることが好ましい。

【0043】

本発明の他の特徴及び利点が、以下に示す好適な実施形態の発明を実施するための形態で説明され、或いは十分に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明のある好適な実施形態に係る追従方法のフロー図である。

【図2a】追従動作の態様の説明に用いられる、表示域及び選択された部分の極めて概略的な立面図である。

【図2b】追従動作の態様の説明に用いられる、表示域及び選択された部分の極めて概略的な立面図である。

【図3a】追従動作の態様の説明に用いられる、図2(a)のものと同様の極めて概略的な立面図である。

【図3b】追従動作の態様の説明に用いられる、図2(b)のものと同様の極めて概略的な立面図である。

【図4】追従動作の更なる態様の説明に用いられる極めて概略的な平面図である。

【図5】更なる動作機能の説明に用いられる極めて概略的な斜視図である。

【図6a】更なる動作態様を例示する極めて概略的な斜視図である。

【図6b】更なる動作態様を例示する極めて概略的な斜視図である。

【図6c】更なる動作態様を例示する極めて概略的な斜視図である。

【図7a】追従方法の3つの異なる実装又は実施形態の説明に用いられる極めて概略的な斜視図である。

【図7b】追従方法の3つの異なる実装又は実施形態の説明に用いられる極めて概略的な斜視図である。

【図7c】追従方法の3つの異なる実装又は実施形態の説明に用いられる極めて概略的な斜視図である。

【図8】本発明の更なる好適な実施形態に係る追従方法のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0045】

先に示したように、本発明の重要な態様によると、選択された部分又は集合を三次元画像又はコンピュータモデル全体にわたって追従することを可能にするコンピュータベースの方法が提供される。初期のステップとして、ユーザは、追従及び表示される所望の部分を選択する。好適な実施形態において、所望の部分の表示を可能にするために、本方法は、他のオブジェクト、レイヤ、他の障害物又はその部分に関する直接観察を妨げる障害を自動的に除去するステップを提供する。例えば、追従される部分が建物内又は建物の一部の特定の配線経路、パイプ又はダクトである場合、本方法は、ユーザの視点又は視野から表示されたときの画像から、壁、断熱材等のすべてのオブジェクトを除去する。これにより、ユーザが、三次元表示から直接選択された部分を初めに表示し、選択された部分を追従することを可能にする。部分を追従する際には、部分が追従されているときに、選択された部分の表示に対する他のオブジェクト及び障害物が除去される。好適な実施形態において、部分の表示に対する障害物又は障害が、視点の投影によって定義された中心点の周囲の領域に限定されるか、又は選択された部分上に視野を選択される。先に示したように、本方法を用いて、個々の部分の集合を追従することもできる。本方法は、独立型ツール若しくはモード、又は別のモデリングツールアプリケーションと共に用いる占有モードとして実装することができ、アプリケーションによって提供されたナビゲーションツールが、方法によって制約される。

【0046】

図1を参照すると、本発明のある好ましい実施形態に係る方法のブロックフロー図が示されている。本発明の方法の異なる好適な実施形態及び実装が以下に説明されており、図1に示されたステップが省略若しくは変更され、又は異なるステップが採用されている。

図示された方法において、構造物、オブジェクト又は他の集合の三次元画像又はモデルが、スクリーン上でユーザによって表示され、説明するように、多数の様々な分野における多数の画像又はモデルを用いることができる。

【 0 0 4 7 】

図 1 に示されているように、第 1 のステップ 10 において、ユーザは、三次元画像内、ルート内、コース内又はユーザが三次元画像全体にわたって、追従する範囲内にある特定の所望の部分又は部分の集合を選択する。ユーザは、いくつかの異なる技術のうちの 1 つを用いることによって、所望の部分を選択することができる。例えば、ある実施形態において、ユーザは、表示スクリーン上に設けられたカーソル又は他の選択アイコンを用いて部分を選択することによって、手動的に及び対話形式で所望の部分を選択する。また、ユーザは、メニュー又はディレクトリツリー構造を用いることによって、部分を選択することができる。この実施形態では、画像に含まれる各部分又は部分の集合は、ディレクトリツリー構造内に含まれ、スクリーン上の三次元画像の部分と関連付けられた識別子を提供される。部分を選択する際には、ユーザは、所望の部分又は集合と関連付けられた識別子をディレクトリツリーから選択する。別の実施形態では、ユーザは、不要な部分をフィルタにかけて除去することによって、所望の部分を選択する。例えば、ディレクトリツリーを用いることによって、ユーザは、ユーザが追従することを望まない三次元画像に含まれる部分、部分のカテゴリ、又は他の集合を排除するフィルタ機能を選択することができる。先に示したように、表面 3 D モデルにおいて、単一の個々の部分を選択するというよりも、むしろ、更なるオプションは、ユーザのために部分の集合を選択することである。すなわち、選択された「部分」は、実際には下位部分の集合とすることができる。この集合は、選択の共通のプロパティによって又は別の方法を用いることによって、併合操作を介して定義することができる。

【 0 0 4 8 】

ブロック又はステップ 12 によって示されるように、別の好適な実施形態において、所望の部分が選択されたとき、他の部分が初期のステップにおいて自動的に除去される。除去された部分は、完全に消失してもよく、又はゴーストとしてスクリーン上に残存してもよいので、ユーザは、選択された部分の妨害のない表示を有するが、コンテキスト内の、すなわち、隣接している部分又は周囲と関連する、選択された部分を表示することができる。さらに、除去された部分は、スクリーン上の選ばれた又は選択された領域内の選択された部分の正面にある単なる部分とすることができ、又は、スクリーン上のすべての部分とすることができる。したがって、前者の場合において、ユーザは、障害物又は障害が除去された選択された部分の正面の画像の領域のサイズを選択することができるので、選択された部分の対応する領域を表示することができる。

【 0 0 4 9 】

本発明の 1 つの好適な実施形態において、ユーザがひとたび追従される部分を選択すると、ユーザは、モデルがスクリーン上で表示及び示される視野又は視点を選択することができる。いくつかの異なったモード又はオプションが、ユーザに対して利用可能であることが好ましい。例えば、あるモードにおいて、視点は自動的に変えられない。更なるモードでは、カーソルを用いて、視点が常にカーソル上の中心に置かれる。カーソルを用いる別のモードでは、カーソルが提供される現在の表示の境界に近づいたとき、視点を変更する。

【 0 0 5 0 】

図 1 の実施形態では、ユーザは、部分に沿ってカーソルを移動することによって、手動で部分を追従する。代替的な実施形態では、自動追従のオプションが提供される。自動追従のオプションを選択することによって、ユーザは、選択された視野又は視点から画像若しくはアニメーションを表示して、部分を三次元画像全体にわたって自動的に追従する。この実施形態では、ユーザが追従スピードを制御すること、及び処理を停止することなどを可能にする制御を備えることが好ましい。以下により詳細に説明するように、手動（カーソル）のオプションが選択される場合、カーソルは、追従される選択された部分に移動

するように制約されることが好ましい。

【0051】

上述したように、別の好適な実施形態において、三次元画像内で選択された部分の表示を妨げるあらゆる障害物が第1のステップで自動的に除去される。一つの実装において、ユーザによって初めに選択された視野又は視点から決定されると、表示を妨げるあらゆる障害物又はオブジェクトが除去されて選択された部分しか残らない。表示範囲は、対象の部分、すなわち、表面、曲線、稜線又は頂点の形体上にカーソル又は他のインジケータの投影を追従することができる。例えば、曲線に関しては、選択された表示範囲は、曲線上の選択した線に最も近接する点を中心にする円とすることができる。

【0052】

部分が選択された後、次のステップでは、ステップ14に示されるように、ユーザは、三次元画像又はモデルにわたって部分を追従するために、選択された部分に沿ってカーソル、ポインタ、又はいくつかの他のアイコン（以下に、カーソルと称する）を移動させる。先に示したように、提供された表示範囲又は表示域は、スクリーンの一領域又はスクリーン全体を包含することができる。

【0053】

ステップ16に示されているように、ステップ14で示されたカーソルのこの移動の間に、三次元画像内の他の障害物が選択された部分の表示を妨げるか、又はそうでなければ、ユーザがカーソルを選択された部分に沿って移動するときにそれらの表示を妨げ、部分の表示を妨げる障害物が自動的に除去される。これによって、カーソルをそれらに沿って移動するときに、ユーザは選択された部分を表示することができる。先に示したように、ある好適な実施形態において、「除去された」障害物を、ゴーストとして示すことができる。

【0054】

また、ブロック16によって図示されているように、カーソルが初期スクリーンディスプレイを超えて画像を追従することを可能にするために、スクリーン画像ディスプレイを再配置して、カーソル移動方向に位置付けられ、及び先に表示されていなかったモデルの更なる一部分を表示する。この機能及びその更なる態様が、図8と関連して以下により詳細に説明されている。

【0055】

様々な既知の方法が、選択された部分の表示を妨げる障害物を除去又は排除する際に用いることができる。例えば、一つの方法として、一般に、 z -バッファと称されるもの、すなわち深さ z のバッファメモリを用いることによって選択された部分を囲む領域内のピクセルの深さをテストすることが関連する。 z -バッファ技術の使用は、二次元画像の次元でメモリ容量の使用を介して、隠されたときに選択された部分を表示することを可能にする。したがって、3D画像上で、メモリ（深さ値）内の先行 z 値がテストされたピクセルの現在の z 値よりも大きい場合にだけ、テストされるピクセルが置き換えられる。この処理手順は、深さテストと通常称されている。

【0056】

図1に示された好適な実施形態のステップ14に戻ると、この実施形態では、図示されるように、カーソルは、部分に制約される。すなわち、スクリーン上のカーソルの移動が、選択された部分内及び選択された部分に沿ってのみ移動するように制約され、制御デバイス（マウス）が部分から離れて移動するときにカーソルが見えなくなり、又は移動することができない。したがって、好ましい実装においては、ユーザがカーソルを移動するとき、カーソルは、追従される所望の部分に沿って、及びその部分内でのみ移動することができる。例えば、パイプを追従する際には、カーソルがパイプの中央のパイプ上に置かれ、及びカーソルの移動がパイプに制約される場合、カーソルはこのように、パイプの端部に対して左右に、及びパイプ径の半端に対しては上下に移動することができることになる。さらに、別の好適な実施形態において、選択された部分を追従する際には、マウス等の関連入力デバイス又は制御デバイスの移動が、入力デバイスのその移動の成分がカーソル

10

20

30

40

50

の移動をパイプの制約された範囲内でなされる限り（すわわち、このときのみ）、カーソルの位置に適用されることになる。すなわち、そのようなカーソルの移動がパイプの範囲外にある場合、マウスの移動によってカーソルの移動を生じないことになる。

【 0 0 5 7 】

更なる好適な実施形態によると、オーディオ出力が提供される。そのオーディオ出力は、カーソルが選択された部分に沿って移動しながら連続的に音を生成し、部分をもはや追従しなくなると停止する。カーソルが部分に直接的に制約されないときに、又はそのような制約を組み合わせるときに、その特徴を用いることができる。言い換えれば、ある好適な実施形態において、オーディオ出力を用いて、ユーザにカーソルが選択された部分と離れて移動した旨の告知をすることによってカーソルの移動を制約する。これに関して、カーソルが部分から離れて移動する場合、単一のオーディオ告知音を提供することができる。別の実装において、カーソルが不連続な箇所遭遇するか、又は不確実な条件が起こるときはいつでも、オーディオ告知音を提供する。

10

【 0 0 5 8 】

ある場合において、一連の点が形体の部分を描写するのに十分であることが理解されるだろう。例えば、部分間の接合点において、媒体物上の基準点に関して、及び処理手順の経路に関して、一連の点が十分とすることができる。

【 0 0 5 9 】

追従される部分の断面積が小さい場合において（例えば、その部分がワイヤ、静脈、又は別の細長い形体である場合）、形体は、 $(x = f(t), y = f(t), z = f(t))$ によって表現されるように）パラメトリック曲線モデルによって定義することができる。そのような場合において、ある有利な実施形態によると、表示面を決定するために、曲線モデルの接線が決定され、表示面は、接線と直交する面として定義される。従って、ユーザの視点はこのように、その表示面に含まれることになる。

20

【 0 0 6 0 】

例えばパイプなどの選択された部分が十分大きい場合において、ユーザの視点からの選択されたパイプ部分の表面の法線を直接計算することができる。したがって、選択された部分を表わすことができる異なる方法及びユーザの視点を決定することができる異なる方法が多くある。

【 0 0 6 1 】

部分が曲線モデルを用いて定義される好適な実施形態において、コンピュータモデルの方向は、表示又は視点と曲線の接線との間の角度が一定に保たれるように移動する。追従される選択された部分の形体が表面である場合、視点と表面の法線との角度を維持することが好ましい。他方、選択された部分の形体が単に点である場合、表示は自動的に変更されない。

30

【 0 0 6 2 】

ユーザに提供された表示の位置及び方向の変化の一例を考慮し、再びパイプの例について参照する。この場合に考慮するのは、表示されるとパイプを左に追従し、ユーザにから 90° 曲げられたパイプ内で屈曲箇所又は方向転換箇所（例えば、 90° の L 字形）があり、カーソルが屈曲箇所周辺に移動するときに、モデルは右に回転し、 90° の回転が完了した後に回転を停止することになる。

40

【 0 0 6 3 】

また、不連続な箇所に遭遇すると、視点が調整される。例えば、経路又はパイプにおいて 90° の方向転換箇所に遭遇すると、モデルの方向は、現在の方向から新たな方向まで迅速に移動することになる。ある好適な実施形態において、ユーザに決定がなされる必要があるという告知をするために、ユーザは、オーディオ信号又はスクリーン上の告知によって不連続な箇所に対して告知される。このように、適切な決定をする際にユーザを手助けする。

【 0 0 6 4 】

好適な実装において、不連続な箇所は、追従される部分が複数の部分又は経路に分割又

50

は分離する箇所（例えば、有線ケーブルが3つの異なるより小さなケーブルに分離する箇所）に生じ、ユーザがどの部分又はどの経路を追従するかを決定することを可能にするために、可能な選択項目を有する分円図を不連続箇所に対して付加することができる。

【0065】

先に示したように、好適な実施形態において、カーソルが表示範囲の境界端部の位置に到達すると、提供される表示範囲が自動的に調整されて、画像又はモデルの次の隣接部分を表示することになる。したがって、図2(a)及び2(b)を参照すると、追従される曲線部分20が図2(a)に示されており、表示範囲又は表示域22の外部は点線で示され、表示域22内は実線として示されている。図2(b)に示されているように、部分が追従されると、表示域22は部分20に沿って左に移動することになる。部分20に沿った表示域の新たな（「n」）位置が22に示されている。このように、これらの実施形態において、カーソルが表示域の左側の境界に到達するか又は接近すると、視野又は視点が左に平行移動する。

【0066】

表示域22の同様な平行移動が、異なる部分24、すなわち、異なる湾曲の部分に関して図3(a)に示されている。図3(b)において、図示されるように、同様の部分26に関して示されているが、部分26の法線方向から表示された場合のものが示されている。

【0067】

図4は、部分30を2つの異なる位置で表示することを可能にするために、選択された部分30に沿った第1の位置（左）と新たな「n」位置との間の表示域28の移動を示す平面図である。これらの部分は、実線で示されている。

【0068】

図5は、立方体のモデル32を示しており、表示域34の位置がどのようにして、立方体のモデル32の第1の表面32aの正面の34aに示される第1の位置から立方体のモデル32の隣接表面32bの正面の34bで示される第2の位置へ突然変化するかを例示している。上述した実施形態において、これは、カーソルがモデル32の表面32aの右端（図5に示されているように）に到達したときに生じる

【0069】

好適な実施形態において、カーソルを用いて、端部の場合には、モデルの方向は、カーソルの点での2つの表面によって形成された「角度」の二等分面を追従する。

【0070】

頂点が不連続である場合に関して、ある実装において、カーソルが頂点に近づくと、カーソルの移動は、頂点の制約範囲とカーソルを制御するマウス又は他の制御デバイスの移動との交点によって決定される。選択される表面又は端部は、マウスの移動に最も接近する箇所である。一方の表面だけが可視であり、その他の表面が隠されている場合、例外がなされ、可視表面から離れた頂点の外部の移動は、隣接する隠された表面の1つに向かう移動として解釈されることになる。選択された表面は、最も自由度の高い移動成分を有するものであろう。

【0071】

ここで、3D画像を提供する際に用いられるカメラの位置調整に関する例、特に、そのようなカメラによって提供された表示方向における位置取り及び変化に関する例を考えると、Cは、世界座標系（WCS: world coordinate system）で表されたカメラの座標系であり、Cxはカメラ表示のx軸であり、Cyはカメラ表示のy軸であり、Czはカメラ（表示のZ軸）の表示方向である。Cは、WCSにおいて、視点及び表示の方向を決定する。カメラの投影は、射投影的又は正投影的とすることができることが十分理解されるだろう。加えて、Pは、選択線（picking line）（カーソルを介して描かれた三次元の線における線）を表しており、Upは、世界座標系の絶対的な垂直方向を表している。

【0072】

R、すなわち、三次元座標（R.Vx、R.Vy、及びR.Vz）で定義された選択さ

10

20

30

40

50

れた部分の曲線上の点について考慮すると、 $R \cdot Origin$ は、曲線上の Cz 軸の最近点として定義され、 $R \cdot Vx$ は T と等しい。ここで、 T は、 $R \cdot Origin$ における曲線の接線である。 T が Up と共に線形である場合、 $R \cdot Vy$ は、 T に対して非線形の任意の軸となる。そうでなければ、 $R \cdot Vy$ は、 Up である。 $R \cdot Vz$ は、外積($R \cdot Vx$ 、 $R \cdot Vy$)である。 $Rcursor$ 、すなわち、カーソルの周辺で算出された三次元座標システムについて考慮すると、 $Rcursor \cdot Origin$ は、曲線上の最近点 P ある。すなわち、 $Rcursor \cdot Vx$ は、 $Tcursor$ と等しい。ここで、 $Tcursor$ は、 $Rcursor \cdot Origin$ における曲線の接線である。 $Tcursor$ が Up と共に線形である場合、 $Rcursor \cdot Vy$ は、 $Tcursor$ に対して非線形の任意の軸である。そうでなければ、 $Rcursor \cdot Vy$ は、 Up と等しい。 $Rcursor \cdot Vz$ は、外積($Rcursor \cdot Vx$ 、 $Rcursor \cdot Vy$)である。

10

【0073】

曲線を追従するカメラの新たな位置を計算するために、以下の方法が用いられる。すなわち、 WCS で表現された三次元座標系であり、曲線を追従するために必要なカメラ位置を定義する $Cnew$ を計算するために求める。 $Ctemp$ は、世界座標系から R 座標系に変換された C である。 $Rcursor$ で表現されるように $Ctemp$ を考慮すると、「逆」変換が、世界座標系の $Ctemp$ を表すために計算される。したがって、 $Rcursor$ から WCS に変換されているので、 $Cnew$ は、 $Ctemp$ に等しい。 $Ccursor$ は、世界座標系の新たな視点を決定し、及び新たな表示の方向を決定する。

【0074】

20

別の実施形態では、移動が「スムーズになされ」、曲線上の $R \cdot Origin$ 及び $Rcursor \cdot Origin$ の中間点が考慮されている。部分の形体が表面である場合、方法は同じであるが、 T が $N1$ に置き換えられ、 $N1$ はカーソル付近の表面の法線である。

【0075】

ここで、図6(a)及び6(b)を参照する。まず図6(a)を参照すると、三次元画像又はコンピュータモデル36の斜視図が提供され、追従される部分が曲線38の形態で示され、現在の視点40及び表示域又はスクリーン42が示される。図6(a)において、有効でなく且つ選択された部分、すなわち曲線38を有する追従システムは、ユーザに可視ではない。図6(b)において、追従システムは有効であり、三次元画像又はコンピュータモデル内の選択された部分38は、表示域42のスクリーンを介して可視である。この実施形態では、曲線は、スクリーン42全体にわたって可視である。さらに、上述した図5と同様に図6(c)に示されるように、表示は、ユーザの方向に関してのみカーソルを追従する。

30

【0076】

図7(a)乃至(b)を参照すると、追従システムが有効にされた3つの異なる実施形態が示されている。図7(a)及び(b)は図6(a)及び(b)と同様であり、同様の要素には同じ参照番号が与えられている。図7(a)では、スクリーン42の視点40は、(右の)第1の位置から第「 n 」番目の位置までカーソルを追従し、曲線38はスクリーン42全体にわたって可視である。

【0077】

40

図7(b)の実施例においは、追従システムは再び有効にされるが、視点40は、スクリーン42上のカーソルを追従しない。代わりに、カーソルが部分36に沿って移動すると、スクリーン42の切取領域44がカーソルを追従するので、部分38の異なる部分がスクリーン40上の関連付けられた切取領域44を介して示される。

【0078】

図7(c)の実施例においては、追従システムは再び有効にされるが、図7(a)に示すように視点40はカーソルを追従するので、図7(c)に示されているように視点40は、(右にある)第1の位置から第「 n 」番目の位置にまで変化するが、図7(a)に対比すると、部分(曲線)38は、切取領域44の範囲内でしか可視ではない。

【0079】

50

図 8 を参照すると、本発明の更なる実施形態に係る追従方法のフロー図が示されている。この実施形態では、第 1 のステップ 50 において、それらの表示を可能にするために、モニタキー（例えば、TAB キー）が、部分又はオブジェクトの手前にある障害物（例えば、他の部分又はオブジェクト）を除去することによって選択される部分又はオブジェクト（例えば、パイプ）に対してアクセスする際に用いられる。

【0080】

次のステップであるステップ 52 において、部分は、更なるモニタキーを用いて選択され、ステップ 54 に示されるように、部分の形体（例えば、その範囲）を、カーソルを部分に沿って移動することによって完全に追従することができる。

【0081】

ブロック 56 によって示されているように、部分を継続して表示すること及び部分を追従することを可能にするために、カーソルを部分に沿って移動しながら、部分の正面に現れ、及び部分の表示を妨げるあらゆる障害物（他の部分、オブジェクト等）が、除去され又は別の方法で消去される。上述したように、この障害物の除去又は消去は、障害物をスクリーン画像から完全に実際に除去することによって達成することができ、又はゴースト若しくは極めて細い線で障害物を示すことによって達成することができるので、障害物を介して部分を表示することができる。カーソルが形体に沿って続けて移動されると、障害物がカーソルの範囲内にある部分の表示をもはや妨げず、障害物（更なる部分又はオブジェクト）はもとの状態に戻され、以前と同様に、すなわちオブジェクトの固定部分として再現されることが好ましい。

【0082】

この実施形態の更なる特徴によると、部分が追従されると、表示、すなわち、モニタスクリーン上のモデルの画像は、より完全なモデルを見せるようにカーソルの移動方向において変更されるので、部分を続けて追従することができる。ある好適な実施形態において、ブロック 58 によって示されるように、先に表示されていなかった部分であって、カーソルの移動方向に位置付けられたモデルに関する更なる一部分を表示するために、カーソルを部分に沿って移動すると、スクリーン上で表示されたモデルの表示が変更される。さらに、ブロック 58 によって示されているように、別の好適な実施形態において、形体を追従する際に、カーソルを移動、すなわち再配置したとき、表示が再配置されたときにカーソルをスクリーンの中心領域に移動する。ある実施形態では、そのような再配置が生ずるのは、カーソルがスクリーンの境界（例えば、モニタ画面の端）に行き当たるときである。言い換えれば、カーソルがスクリーンの端に到達すると、カーソルはスクリーン上で再配置（中心に戻される）されるので、継続的なカーソル移動を行うことができ、及びより中心に位置するこの新たな位置から継続することになる。好適な実施形態において、カーソルが所定の方向に移動するように、カーソルが再配置され又は再度中心に位置付けられることは、表示の再配置（再中心配置）と共に同時に且つ自動的に生ずる。そして、表示及びカーソルを再配置することは、スクリーンの境界に行き当たるカーソルに依存していない。

【0083】

いくつかの好適実施例の更なる特徴によると、追従動作中に、すなわち選択された部分を追従している間に、対象の情報が表示される。典型的には、測定は空間 $x y z$ 座標で行われ、曲線座標系で行われない。ある有利な実施形態において、表面上の曲線の長さ又は端部の長さを算出及び表示する。例えば、パイプの長さ又はパイプ入り口からパイプ内に生じた障害の位置までのパイプの一部分の長さを測定することができる。

【0084】

別の実装において、マークが選択された部分に沿って提供され、そのマークは、例えば、パイプに沿った曲線の長さ又は特定の各点に対する表面を示すものである。この情報も表示することができる。

【0085】

更なる有利な特徴によると、追従マーカが立体画像上に提供され、追従動作が可能とな

10

20

30

40

50

る、すなわち、いつ追従システムが有効になるか及びいつシステムが無効になるかを決定する。例えば、3D又は2Dマーカを、曲線上の特定の位置に配置された3Dリング等の画像上で作成することができる。比較的多くのマーカを曲線の異なる横座標で作成することができ、又は3D表面若しくは3Dの点に直接配置することができる。例えば、ある実施形態において、マーカの上にカーソルがあるときに、ユーザがマウスの左ボタンを押す場合、追従システムは、リンクされた形体（すなわち、マーカの下曲線又は表面）に関して有効にされ、ユーザが左のマウスボタンを離すと、追従システムは無効にされる。そして、マーカは新たな位置に移動されて、その後用いられる。

【0086】

好適な方法の他の特徴は、表面の測定計算を行い、上記の計算に基づいて部分の他の態様の測定計算を行うことを含む。有利な実施形態において、その方法は、曲線の測定を用いて距離及び長さを計算することができる。

【0087】

マーカを用いる別の有利な実装において、ユーザは、マーカを特定点に適用することによって、選択された点の間の距離を計算することもできる。ユーザは、異なる曲線横座標でマーカを作成することができ、又は三次元表面若しくは点上に直接配置することができる。例えば、マーカ上にカーソルがあるときにユーザがマウスの左ボタンを押す場合、追従は、リンクされた形体（マーカ下の曲線又は表面）上で有効にされる。そして、ユーザが左のマウスボタンを離すと、追従機構は無効にされ、マーカは新たな位置に移動され、その後用いられる。

【0088】

先に示したように、選択された部分の追従を妨げる障害物をスクリーン全体から又はスクリーンの一部のみから除去することができる。好ましくは、ユーザは、障害又は障害物が除去される領域の大きさ及び形体を定義する。したがって、その領域は、スクリーン全体とすることができる一方で、その領域を、ユーザのアプリケーション及び要望に依存して、選択された部分の外接領域に制限することができる。

【0089】

更なる特徴によると、追従された経路を用いて、アニメーション又はAVIを作成することができる。また、追従システムは、以下により詳細に説明するようにGPSシステムに統合することができる。

【0090】

好適な実施形態において、ユーザは、追従システムを用いて、ユーザが埋設されたパイプ又は壁の内部に配置されたパイプを追従することを可能にするために、ラップトップ又は携帯型PCを用いて、選択された部分にリアルタイムで且つその実際の位置で追従することができる。この例では、パイプがアクセス可能であるときに、現在位置「read」が3D画像上で、埋設された(i)パイプの位置及び(ii)深さとして提供するために、「ゼロ」へのリセットが実行される。上述したように、同様のアプリケーションを、建物のダクト、精錬所又は化学工場のパイプ、及び多数の他の状況において用いることができる。

【0091】

上述したように、好適な実施形態において、モデルは方向転換又は回転して、選択された部分の方向転換箇所又は屈曲箇所（例えば、パイプ又は電線用導管の90°のL字箇所）を追従することができる。この場合、スクリーン上の三次元画像によって、ユーザがユーザの物理的空間座標に関してモデルの現在の表示座標を参照することを可能にするであろう。

【0092】

また、追従システムは、局部的座標又は全体的座標で位置及び方向の指示を提供する6つの自由度を有するデバイスと共に用いられる。例えば、Pohlhemusによって製造されたデバイスを用いて、6つの局部的自由度を提供することができる。また、全体的座標を、例えば、GPSを3軸加速度計と連結することなどの他の方法によって提供する

10

20

30

40

50

ことができる。

【0093】

追従システムの更なる有利な特徴によると、モデルと、モデルを実装するのに用いられる物理的オブジェクトとの両方が結合された表示が提供される。ある実施形態において、タブレットPCは追従システムに取り付けられ、測定はソフトウェアの表示域を制御するのに用いられる。タブレットPCは固定距離で（例えば、アーム長で）保持することができ、ソフトウェアの表示域は（パイプ等の）表示を妨げられた選択された部分に及ぶだろうし、その場で選択された部分の表示を提供するであろう。

【0094】

別の有利な実装において、小さなディスプレイが、観察者の一方の目の付近に取り付けられる。視差をともなって、肉眼が妨げられた表示を見る一方で、この目は、例えば部分のモデルの妨げられていない表示である画像を受け取る。

10

【0095】

別の実装においては、各々の目が、別々のディスプレイからそれぞれの画像を受け取る。各々の目に対して生成された画像が適切に補償されて、適切な登録を提供するので、認識されたモデルの画像及び認識された対象物の位置は、位置及び方向に関して一致する。モデルの虚像と物理的画像は、例えば、セミミラーコーティングされた光学素子を用いることによって混合することができる。

【0096】

いくつかの実施形態においては、モデルが方向転換して、例えばパイプの90°のL字形を追従するとき、三次元の基準オブジェクトがスクリーン上に与えられる。これにより、ユーザが、ユーザの物理的空間座標によってモデルの現在の表示座標を参照することが可能になる。

20

【0097】

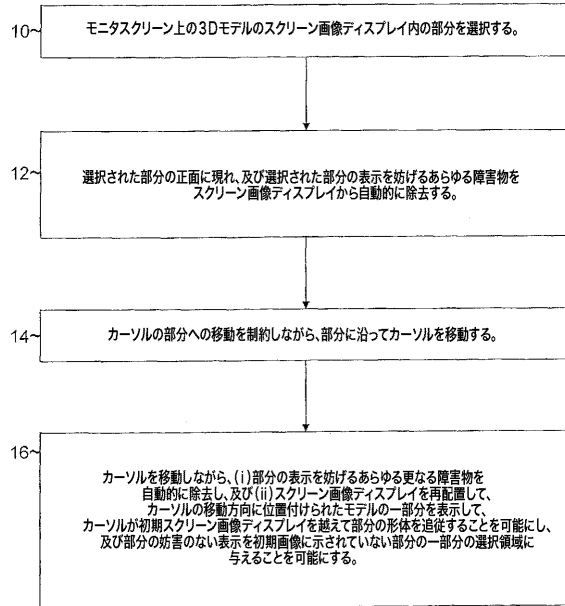
更なる実施形態において、選択されたオブジェクトを介してカット（cut）するために、切断平面が位置調整される。すなわち、選択されたオブジェクトの断面図が得られる。これが有益なのは、例えば、複数のパイプが、より大きいチューブ内に配置されている場合である。そのような切断平面は、ユーザの視点に対して法線方向であろうし、先の実施形態に対して上述したように、その位置調整はカーソル等の移動を追従するであろう。

【0098】

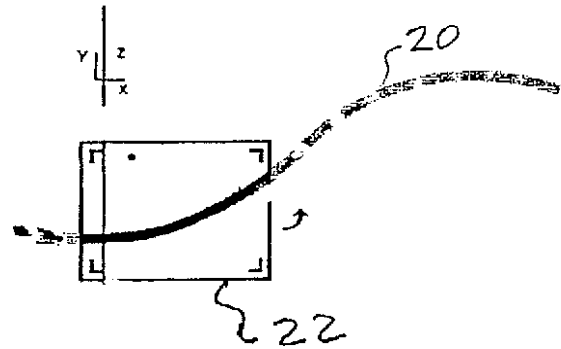
30

本発明を多くの好適な実施形態に関して説明してきたが、以下のことが理解されるべきである。すなわち、上述した特定の方法及びシステムは、本発明の異なる態様及び原理の単なる例示であり、本発明の趣旨と範囲から逸脱しないで、上述の方法及びシステムにおいて種々の変更をすることができる。

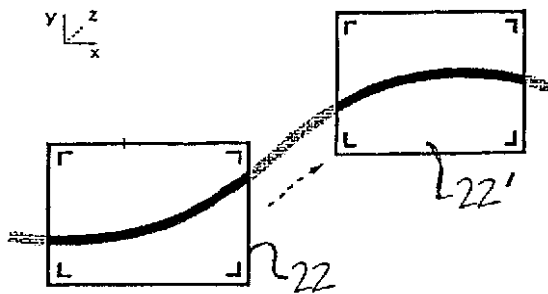
【図 1】



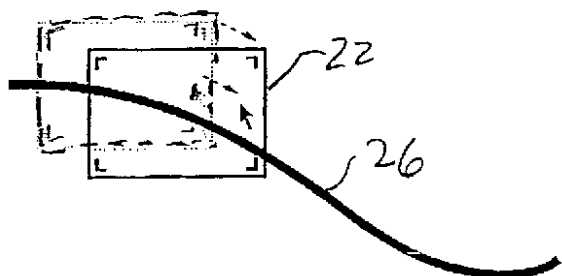
【図 2 a】



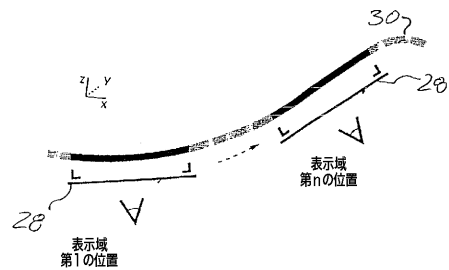
【図 2 b】



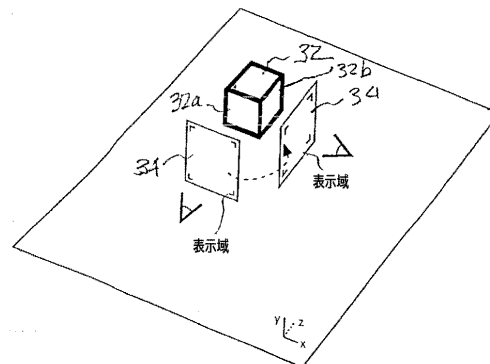
【図 3 a】



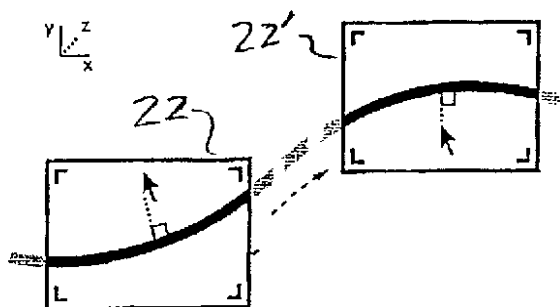
【図 4】



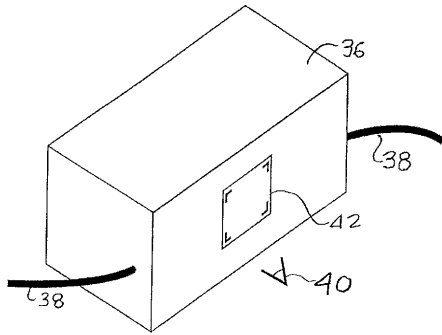
【図 5】



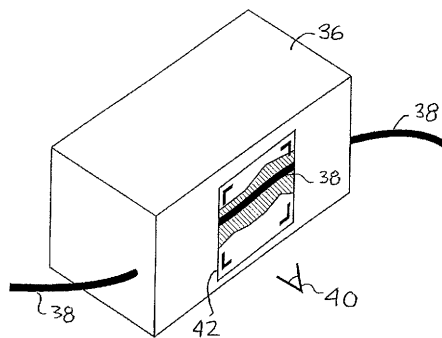
【図 3 b】



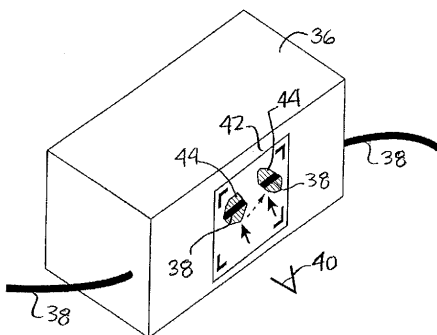
【図 6 a】



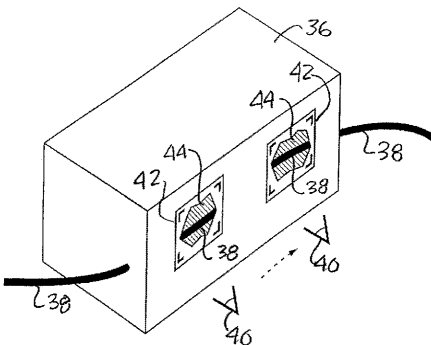
【図 6 b】



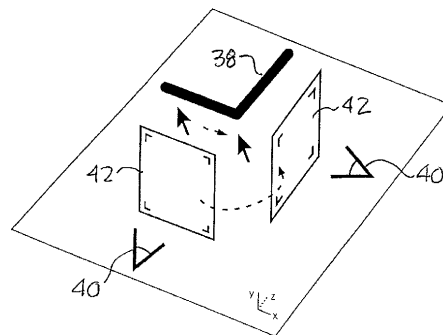
【図 7 b】



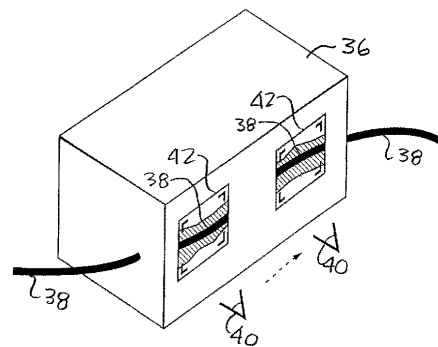
【図 7 c】



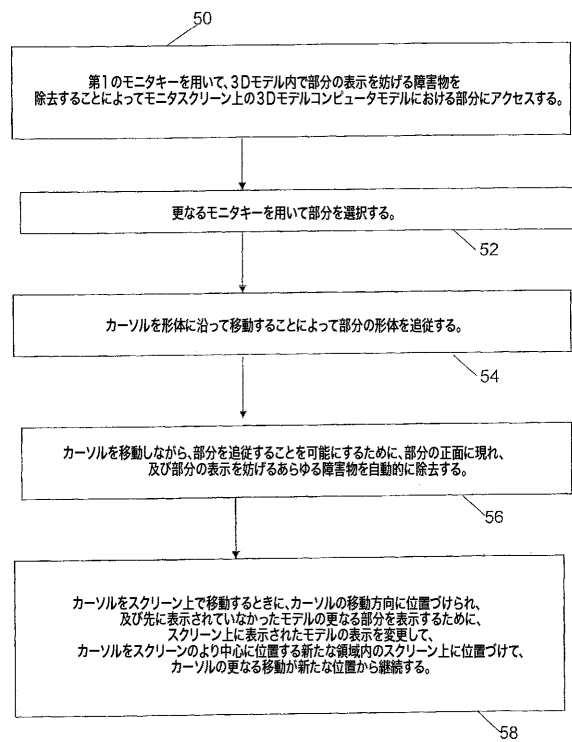
【図 6 c】



【図 7 a】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 ジェームス ドウギャレ

フランス エフ - 0 6 6 0 0 アンティーブ アヴェニュー ドゥ マ アンソレイユ シガレス
パーク デ オランジェ バト (番地なし)

(72)発明者 エリック ピキユズ

フランス エフ - 0 6 1 0 0 ニース アベニュー ジョルジュ サンド 1 1

審査官 千葉 久博

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 4 7 7 7 8 (J P , A)

特開平 1 1 - 1 2 0 3 2 7 (J P , A)

特開平 1 0 - 2 9 5 6 3 9 (J P , A)

特開平 1 0 - 2 3 4 6 6 4 (J P , A)

特開平 1 0 - 2 3 4 6 6 3 (J P , A)

特開平 0 9 - 1 3 1 3 3 9 (J P , A)

特開平 0 7 - 0 6 5 2 0 4 (J P , A)

特開昭 6 3 - 1 2 3 1 6 6 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 1 0 3 6 6 9 (U S , A 1)

米国特許第 0 6 3 4 6 9 4 0 (U S , B 1)

米国特許第 0 5 8 6 1 8 8 5 (U S , A)

米国特許第 0 5 3 7 7 3 1 4 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G06T 19/00,19/20

G06F 3/01,3/048

G06T 15/00-15/87