(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3630725号
(P3630725)
(45)発行日　平成17年3月23日(2005.3.23)　(24)登録日　平成16年12月24日(2004.12.24)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G06T 17/40	G06T	17/40	B
G01B 11/24	G06T	1/00	315
G06T 1/00	G01B	11/24	K

請求項の数 3　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平6-228882
(22)出願日　平成6年8月30日(1994.8.30)
(65)公開番号　特開平8-69547
(43)公開日　平成8年3月12日(1996.3.12)
審査請求日　平成13年8月30日(2001.8.30)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100081880
弁理士　渡部　敏彦
(72)発明者　河合　智明
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　藤木　真和
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　吉崎　修
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】三次元形状入力装置およびその入力方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ステレオ画像を表示する画像表示手段と、
三次元形状データを表示する三次元形状データ表示手段と、
前記ステレオ画像の左右の画像中の対応点を指定する点指定手段と、
該対応点と前記ステレオ画像のカメラパラメータとから逐次的に三次元座標を計算する計算手段と、
入力された画像上の座標を３点ずつ組にして接続することで三角形網を生成する生成手段と、
該生成された三角形網と前記計算された三次元座標とを用いて、物体の表面を近似的に形成する表面形成手段と、
前記生成された三角形網を前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳する重畳手段と、
画像表示手段および三次元形状データ表示手段に重畳表示された三角形網の頂点の指定を行なう頂点指定手段と、
前記頂点指定手段による指定に応じて前記ステレオ画像および前記三次元形状データの表示上で、相互に対応する頂点を強調表示する強調表示手段とを備えたことを特徴とする三次元形状入力装置。
【請求項２】
前記各ステレオ画像上での頂点位置を移動する移動手段を備え、

前記計算手段は、前記画像表示手段および三次元形状データ表示手段に重畳表示される三角形網の各頂点の座標を該頂点の移動につれて相互に対応取りながら計算することを特徴とする請求項１記載の三次元形状入力装置。

【請求項３】

ステレオ画像を表示し、

三次元形状データを表示し、

前記ステレオ画像の左右の画像中の対応点を指定し、

該対応点と前記ステレオ画像のカメラパラメータとから逐次的に三次元座標を計算し、

入力された画像上の座標を３点ずつ組にして接続することで三角形網を生成し、

該生成された三角形網と前記計算された三次元座標とを用いて、物体の表面を近似的に形成し、

前記生成された三角形網を前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳し、

前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳表示された三角形網の頂点の指定を行ない、

該指定に応じて前記ステレオ画像および前記三次元形状データの表示上で、相互に対応する頂点を強調表示することを特徴とする三次元形状入力方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、ステレオ画像から画像中の物体の三次元幾何形状を求める三次元形状入力装置およびその入力方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

ステレオカメラなどによって撮影されたステレオ画像から画像中の物体の三次元的な形状を得るシステムとして、人間が対話的に対応点を指定しながら三次元形状を求める方法が提案されている（特開平５－２９９５１５号公報）。この方法では、ステレオ画像上の対応点から三角測量の原理に基づき三次元座標を求めた後、この三次元座標を結ぶ三角形の網を逐次的に生成していくことで三次元の面を生成するというものである。三角形の生成方法としては、Ｄｅｌａｕｎａｙの原理に基づくステレオ画像での三角網生成手法等が一般に用いられる。二次元平面上の指定対応点をＤｅｌａｕｎａｙ三角形網で覆っていき、この三角形網の接続情報とこれとは別に三角測量の原理によって計算される対応点の三次元座標とから三次元の平面を構成するというものである。

【０００３】

また、上記提案に加えて三次元形状表面に張り付けるテクスチャもステレオ画像から編集時に取ってくることも提案されている。

【０００４】

上記三次元形状生成手法では、逐次的な点追加に対して有効であり、点を追加する度に三角形網が再計算され更新されていく。この手法の長所は人間がステレオ画像と三次元形状を確認しながら編集を進めていくことができる点にある。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、対話的にステレオ画像上の対応点を指定する方法では、つぎのような問題点がある。すなわち、対応点数（三角形の頂点になる）が多くなった場合に、対応点相互の関連がわからなくなりやすい。すなわち、すべての頂点は左右のステレオ画像および三次元表示上のいずれの上にも対応点が表示されているが、頂点が込み入っているような場合にはある頂点がこれら３通りの表示上でそれぞれどの点に対応しているかがわかりにくい。特に、点が密な場合には指定点の対応を誤りやすい。

【０００６】

また、ステレオ画像撮影時のレンズの歪、ステレオ画像上での対応点の指定位置ズレ等により、三次元形状に誤差が生じることが多い。このような場合、現状では対応点を一旦削

除し、打ち直すことで対応している。しかし、対応を削除すると三角形網の接続関係が変化する場合があり、また打ち直すことによって得られる三次元形状も予測がつきにくい。さらに、ステレオ画像では、対応点の横方向の小さなずれが三次元形状に大きな影響を及ぼすことが少なくない。このため、操作と三次元形状の対応が直観的に分かりにくいということがあった。

【０００７】

そこで、本発明は頂点が密であっても対応点相互の関連を分かり易くでき、対応点の位置変更を容易に行なえる三次元形状入力装置およびその入力方法を提供することを目的とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の請求項１に係る三次元形状入力装置は、ステレオ画像を表示する画像表示手段と、三次元形状データを表示する三次元形状データ表示手段と、前記ステレオ画像の左右の画像中の対応点を指定する点指定手段と、該対応点と前記ステレオ画像のカメラパラメータとから逐次的に三次元座標を計算する計算手段と、入力された画像上の座標を３点ずつ組にして接続することで三角形網を生成する生成手段と、該生成された三角形網と前記計算された三次元座標とを用いて、物体の表面を近似的に形成する表面形成手段と、前記生成された三角形網を前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳する重畳手段と、画像表示手段および三次元形状データ表示手段に重畳表示された三角形網の頂点の指定を行なう頂点指定手段と、前記頂点指定手段による指定に応じて前記ステレオ画像および前記三次元形状データの表示上で、相互に対応する頂点を強調表示する強調表示手段とを備える。

【０００９】

請求項２に係る三次元形状入力装置は、請求項１に係る三次元形状入力装置において、前記各ステレオ画像上での頂点位置を移動する移動手段を備え、前記計算手段は前記画像表示手段および三次元形状データ表示手段に重畳表示される三角形網の各頂点の座標を該頂点の移動につれて相互に対応取りながら計算する。

【００１０】

請求項３に係る三次元入力方法は、ステレオ画像を表示し、三次元形状データを表示し、前記ステレオ画像の左右の画像中の対応点を指定し、該対応点と前記ステレオ画像のカメラパラメータとから逐次的に三次元座標を計算し、入力された画像上の座標を３点ずつ組にして接続することで三角形網を生成し、該生成された三角形網と前記計算された三次元座標とを用いて、物体の表面を近似的に形成し、前記生成された三角形網を前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳し、前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳表示された三角形網の頂点の指定を行ない、該指定に応じて前記ステレオ画像および前記三次元形状データの表示上で、相互に対応する頂点を強調表示する。

【００１１】

【作用】

本発明の請求項１に係る三次元形状入力装置では、画像表示手段によりステレオ画像を表示し、三次元形状データ表示手段により三次元形状データを表示し、前記ステレオ画像の左右の画像中の対応点を点指定手段により指定し、該対応点と前記ステレオ画像のカメラパラメータとから逐次的に三次元座標を計算手段により計算し、生成手段により入力された画像上の座標を３点ずつ組にして接続することで三角形網を生成し、該生成された三角形網と前記計算された三次元座標とを用いて、表面形成手段により物体の表面を近似的に形成し、前記生成された三角形網を重畳手段により前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳し、頂点指定手段により画像表示手段および三次元形状データ表示手段に重畳表示された三角形網の頂点の指定を行ない、強調表示手段により前記頂点指定手段による指定に応じて前記ステレオ画像および前記三次元形状データの表示上で、相互に対応する頂点を強調表示する。

【００１２】

【実施例】
つぎに、本発明の三次元形状入力装置およびその入力方法の実施例について説明する。
【００１３】
図２は実施例の三次元形状入力装置の構成を示すブロック図である。本実施例の三次元形状入力装置はＣＰＵ１４、主記憶装置１３、ステレオ画像２１を記録するハードディスク装置１２、ビットマップディスプレイ１５、キーボード１６、マウス１７および入出力部１１を備える。三次元形状入力装置では、２台のカメラ（図示せず）で撮影されたステレオ画像は、ディジタル化されると入出力部１１を通じてハードディスク装置１２に読み込まれる。
【００１４】
図１はステレオ画像が表示された画面を示す説明図である。図において、３および４はそれぞれステレオ画像を構成する左側、右側の画像を表示するウインドウである。また、５は対話処理で得られた三次元形状データを三次元的に表示するウインドウである。
【００１５】
尚、一般にステレオ画像は人間の視差に近い角度で撮影した２枚の画像を指すが、本実施例においてはより広い意味で捉え、任意の角度から撮影した２枚の画像という意味で用いることにする。
【００１６】
図４および図５は三次元形状入力処理ルーチンを示すフローチャートである。また、図３は三次元形状入力処理ルーチンで利用するデータ構造を示す説明図である。まず、三次元形状入力処理装置を起動すると、ハードディスク装置１２から主記憶１３にステレオ画像２１を読み込み（ステップＳ４０２）、読み込んだ左右の画像をビットマップディスプレイ１５上に図１の３，４のようにマルチウインドウで表示する（ステップＳ４０３）。
【００１７】
つぎに、操作者からのマウス、キーボード入力、メニュー選択などの操作を待ち合わせ（ステップＳ４０４）、操作があれば操作に応じた処理を実行した後、再びステップＳ４０４で操作待ち状態になる。操作がモード選択であるとき、キーボード入力、メニュー選択等によりモードを切り替える（ステップＳ４０６、Ｓ４０８）。操作が図１に示したウインドウ画像３、４、５上でのマウスクリックであれば、モードに応じて適切な処理を実行する（ステップＳ４０９～Ｓ４１１）。操作がマウスクリックでもモード選択でもないときは操作に応じた他の処理を行って（ステップＳ４０７）ステップＳ４０４に戻る。以下に、モード別の処理について説明する。
【００１８】
［マウスによる座標指定（点の追加）処理］
ステップＳ４０９で追加モードであるときには、ビットマップディスプレイ１５上に表示されたステレオ画像上でマウスボタンをクリックした時点のマウスの位置を取得する（ステップＳ４１３）。右ウィンドウ画像４、左ウィンドウ画像３の両方の画像上で座標指定が行われたか否かを確認する（ステップＳ４１４）。操作者は目視などにより左右の画像中に写っている物体上の同一の点をマウスで座標指定する。ここで、指定された点は以後の三次元座標計算処理により三次元形状の頂点になる。
【００１９】
尚、本実施例では左右の対応点は目視により両方の点を手動で指定しているが、パターンマッチングなどにより片方の画像の点を指定するともう片方の対応点は自動的に計算して求めるようにすることも可能である。
【００２０】
左右の画像上の座標が揃った時点で、座標を保存する（ステップＳ４１５）。揃っていないときはステップＳ４１３に戻って同様の処理を行なう。左右の指定座標は図３に示すデータ構造として保存する。すなわち、左側の画像上の指定座標、右側の画像上の指定座標、および左右の指定座標から後述の計算で求められる三次元座標を要素とするリスト（Ａ）（以下、点リストと呼ぶ）に登録する。以後、左右の点が指定されると、このリストに

順次座標が追加登録されていく。図３のｉ番目のリスト要素は、ｉ番目に追加された同一の点に対応する３通りの座標、すなわち左側の画像上の指定座標（Ｌｘｉ，Ｌｙｉ）、右側の画像上の指定座標（Ｒｘｉ，Ｒｙｉ）、左右の指定座標から後述する計算で求められる三次元座標（Ｖｘｉ，Ｖｙｉ，Ｖｚｉ）である。

【００２１】

さらに、ステップＳ４１７～Ｓ４２２の処理を行ない、三次元座標計算、面の生成、三次元表示を行なう。ここでは、ｉ番目の左右の対応点が与えられたものとして説明する。ステップＳ４１７では、ｉ番目の点リストの左右の座標（Ｌｘｉ，Ｌｙｉ）、（Ｒｘｉ，Ｒｙｉ）および予め定めたカメラパラメータから三角測量の原理を用いて三次元座標（Ｖｘｉ，Ｖｙｉ，Ｖｚｉ）を計算し、ｉ番目の点リストに登録する（ステップＳ４１７）。尚、カメラパラメータとは、ステレオ画像の撮影条件、つまりカメラの位置、方向、焦点距離などの情報が含まれているパラメータであり、左右の画像毎に（左右の画像を撮影するカメラ毎に）別々に持っている。ただし、三角測量の原理が適用できるのは平行視を仮定した場合であるが、平行視を仮定しなくても、任意の２通りの方向から撮影したときのカメラの方向、三次元位置、焦点距離等のレンズ情報をカメラパラメータと左右のステレオ画像上の対応点が与えられれば、その点の三次元座標は原理的に計算可能である。このカメラパラメータは予め計測し、ファイルから読み込む等何らかの方法でシステムに与えてあるものとする。

【００２２】

つぎに、図３（Ａ）の点リストから面を生成していく（ステップＳ４１８）。本実施例ではどちらか一方の画像上の指定点列から三角形パッチを生成して、それを面として扱うようにしている。つまり、例えば右側の画像（二次元平面）上の点列（Ｒｘ１，Ｒｙ１）、（Ｒｘ２，Ｒｙ２）、…、（Ｒｘｎ，Ｒｙｎ）のうち、結線が重ならないように三つの点を選び出し、逐次的に三角形パッチを生成してゆく。入力された全ての点について、はじめの３点が指定された時点で１つの三角形が生成され、４点目以降は点が１つ増える毎に追加した１点とすでに入力されている点のうちの２点を三角形が重ならないように選び、新たに三角形を生成していく。点を追加した時点で必要に応じて既に生成されている三角形を再評価して、全て（あるいは一部）の三角形を重ならないように再生成する。

【００２３】

三角形の生成方法としては、ここではＤｅｌａｕｎａｙの原理に基づき、三角形網を自動生成する方法を用いる。尚、Ｄｅｌａｕｎａｙの原理に基づく三角形網生成とは、三角形の頂点角度の最小のものが最大になるように、すなわち少しでも正三角形に近い三角形ができるように点群を結び、三角形網を生成する方法であり、点の追加に伴う再評価の計算量等の点で自動的に三角形網を生成する手法としては非常に有効である。ただし、すべて自動で三角形網を生成するので、明示的に２点を結ぶ辺を残すことはできない。この問題の解決方法に関しては特開平５－２９９５１５号公報に示されている。

【００２４】

図１は画像上に三角形パッチを貼った様子を示す画面例であり、４は右側の画像の三角形パッチの様子を示している。左側の画像上および三次元の空間中の面についてはつぎのように求められる。例えば、点（Ｒｘ１，Ｒｙ１）、（Ｒｘ２，Ｒｙ２）、（Ｒｘ３，Ｒｙ３）を結ぶ１つの三角形に注目すると、対応する点リストのリスト要素Ｐ１、Ｐ２、Ｐ３から対応する左側の画像座標上および三次元座標の点を取り出し、左側の画像上および三次元空間中の三角形が求められる。

【００２５】

こうして生成された三角形は図３（Ｂ）の構造をもった面リストに追加される（ステップＳ４１９）。この面リストの各要素には三角形の３つの頂点の座標に対応する点リスト（図３（Ａ））の３つの要素へのポインタが含まれており、面リストと面リスト要素中に含まれる点のポインタを辿ることで二次元、三次元の三角形パッチを生成することが可能である。この面リストがＤｅｌａｕｎａｙ三角形網を構成することになる。

【００２６】

二次元の三角形パッチは図１の３、４に示す画像に重ねて表示される（ステップＳ４２０）。

【００２７】

三次元の三角形パッチは図１の５に示すように三次元的に表示される。三次元物体の表示の方法については、ワイヤフレーム表示やシェーディング表示など数通りの方法が知られているが、特に三次元表示方法にはこだわらない。以上の動作を繰り返し、物体表面の三次元形状を求めることができる。

【００２８】

［頂点の強調表示処理］

頂点の強調表示処理とは、右ないし左のステレオ画像表示（図１の４、３）ないし三次元表示（図１の５）の３通りの表示のうちのいずれか１つの表示ウインドウ上で三角形パッチの頂点をマウスにより指定すると、他の表示上にも対応する頂点が強調表示されるというものである。

【００２９】

ステップＳ４１０でモードが検索モードであるときは、すでに強調表示されている頂点があるか否かを調べる（ステップＳ４２２）。強調表示されている頂点が存在するか否かは指定点を格納するために用意したバッファ（指定点バッファと呼ぶことにする）の内容を見ることで判断する。強調表示されている頂点が存在すれば、にその頂点を通常の頂点表示にリセットし（ステップＳ４２３）、指定点バッファをクリアする（ステップＳ４２４）。つぎに、マウスクリックの位置を取得し（ステップＳ４２５）、最も近い頂点を指定する（ステップＳ４２６）。マウスクリックがウインドウ画像３、４の場合にはクリック位置の座標と全ての頂点との距離を比較すればよい。三次元表示ウインドウの場合であっても、例えば二次元に投影された画面表示の頂点位置を用いて距離を比較することで指定点を決定すればよい。

【００３０】

指定点を点リストから検索し（ステップＳ４２７）、指定点が見つかった否かを判別する（ステップＳ４２８）。指定点が見つからないときはステップＳ４０４に戻って同様の処理を行なう。指定点が見つかったならば、点リストの座標情報を用いて指定点に対応する左右の画像上の頂点および三次元表示上の頂点を強調表示に切り替えるとともに（ステップＳ４２９）、指定点バッファにその点（リストのアドレス）を格納する（ステップＳ４３０）。尚、強調表示は色を変えて表示したり、輝度を変えて表示するなどによって、見た目が通常の頂点と異なることが分かるように表示する。

【００３１】

［頂点の削除処理］

ステップＳ４１１で削除モードであると判別されたときは、強調表示されている頂点があるか否かを判別する（ステップＳ４３１）。強調表示されている頂点があるときは、この点を削除の対象として点リストから取り除くとともに（ステップＳ４３２）、三角形網を再生成することで（ステップＳ４３３）、面リストを再生成し（ステップＳ４３４）、表示を更新する（ステップＳ４３５）。

【００３２】

以上示したように、本実施例の三次元形状入力装置よれば、ステレオ画像表示および三次元物体表示上で、相互に対応する頂点を強調表示する手段を設けることにより頂点数が多くなってきた場合でも、ステレオ画像表示、三次元表示間の対応点相互の関連が分かりやすい。

【００３３】

［第２実施例］

つぎに、第２実施例の三次元形状入力装置について説明する。第２実施例の三次元形状入力装置では、前記第１実施例の指定点の強調表示機能に頂点位置の編集機能が追加されている。すなわち、図１の３、４、５の表示画像上のどれかで頂点の１つを選択し、それをマウスでドラッグ操作することにより対話的に３通りの表示で確認しながら三次元形状を

編集できるようにしたものである。

【００３４】

三角形網生成方法を考慮に入れた場合に、頂点位置の編集方法としては２通りある。すなわち、三角形網生成に移動前の頂点を利用する場合と移動後の頂点を利用する場合である。特に、三角形網生成にＤｅｌｅａｕｎａｙ網を用いている場合には、頂点の移動操作によって生成される三次元形状が異なってくる。これについては後述する。

【００３５】

以下に、第２実施例の三次元形状入力処理について説明するが、前記第１実施例と相違する点を主に説明する。図６は第２実施例のデータ構造を示す説明図である。同図（Ａ）の点リストのリスト要素には、編集操作によって頂点が移動された場合、移動前の頂点を保持する項目が追加されている。同図（Ｂ）の面リストに関しては前記第１実施例と同じである。

【００３６】

図４および図５に示した前記第１実施例の三次元入力処理ルーチンを示すフローチャートに、編集（頂点移動）モードおよびステップＳ４０９～Ｓ４１１のモード判断に編集（頂点移動）モードの場合に移行するステップを追加することで、第２実施例の三次元入力処理ルーチンを構成することができる。モード選択が編集モードであった場合には編集モード処理を実行する。

【００３７】

第２の実施例では、ステップＳ４１８の三角形パッチ生成（面リスト）処理において、点リストのリスト要素において移動前の点が存在している場合には、つまり頂点が編集されている場合にはこちらの点の座標を用いるものとする。ただし、三角形パッチ生成における頂点間の接続関係にのみ移動前の座標を利用するのであって、三角形網の接続関係を求めた後の三角形パッチ表示、三次元形状生成・表示では移動後の頂点座標を用いる。

【００３８】

図７は第２実施例の編集モード処理ルーチンを示すフローチャートである。すでに、三次元形状がある程度生成されているものとする。まず、編集対象となる頂点を選択する（ステップＳ６０２、Ｓ６０３）。

【００３９】

ここで、選択された頂点をＰｓとする。ステップＳ６０４では、編集対象になっている頂点の編集前の情報を移動前の頂点座標として保存する。具体的には、点リスト要素を新たに１つ生成し、これをＰｓ’（図６ではＳ＝２の場合が書かれている）とする。点リストのＰｓのリスト要素の内容をこのＰｓ’にコピーし、「移動前の点」にＰｓ’へのポインタを設定する。Ｐｓ’の内容はこの後の処理で変更される。

【００４０】

つぎに、マウスボタンを押したままの状態でマウスを移動（ドラッグ）すると、マウスの移動に伴ってすべてのウィンドウ（図１の３、４、５）上の指定頂点が移動する。ステップＳ６０７では、ステップＳ６０６で取得したマウス座標を用いてマウスボタンが押されたウィンドウに対応するＰｓのリスト要素を更新する。例えば、右側画像で頂点位置編集を実行しているとすると、Ｐｓの右側座標を更新する。ステップＳ６０８では、Ｐｓの三次元座標を再計算し、Ｐｓのリスト要素の三次元座標を更新し、すべての表示ウィンドウを更新する。マウスボタンを離すまで、ステップＳ６０５～Ｓ６０９の操作を実行するので、あるウィンドウ上での点の移動に伴い、他の表示も更新されることになる。

【００４１】

尚、ここで頂点移動を三次元表示ウィンドウ５の上で実行する場合には、若干の特殊な操作が必要である。すなわち、三次元マウスなどの特殊デバイスを用いるなど、三次元表示ウィンドウ５の上で直接に三次元座標を変更することができれば、頂点の編集は可能である。この場合でも、三次元座標から左右のステレオ画像上の２次元座標を算出することは理論的に可能であるので、ステレオ画像上の頂点位置も三次元表示の頂点位置の移動に伴い移動することになる。

【００４２】
マウスボタンを離すと（ステップＳ６０５）、三角形網生成に移動前の頂点を利用する場合には頂点移動処理を終了する（ステップＳ６１０、Ｓ６１４）。一方、三角形網生成に移動後の頂点を利用する場合には、移動後の頂点座標を用いて、点リスト要素を更新する。すなわち、点リスト中のＰｓをＰｓ’で置き換え、Ｐｓのリスト要素を削除する（ステップＳ６１１）。この時点で、移動前の点へのポインタには内容は空になっている。移動後の頂点を用いて、三角形網を再計算し（ステップＳ６１２）、表示を更新して（ステップＳ６１３）終了する。
【００４３】
尚、三角形網生成に移動前の頂点を利用する場合と移動後の頂点を利用する場合では、操作に伴う３次元形状の変化が異なる。三角形網生成にＤｅｌｅｕｎａｙ網を用いている場合、全ての三角形がなるべく正三角形に近くなるように、つまり細長い三角形ができないように三角形網を生成するため、移動後の位置によっては三角形網の接続関係が変化する場合がある。一方、三角形網生成に移動前の頂点を利用する場合には三角形網の生成時点では、移動前の頂点を用い、実際の座標は移動後の点を用いることになるため、接続関係は変化しないが、Ｄｅｌｅｕｎａｙ網に拘束されることなく、細長い形状の三角形も生成される可能性がある。このことは単純なＤｅｌｅｕｎａｙ網を用いた三次元形状生成手法では対応できなかった凹領域へも対応できることを示している。
【００４４】
以上示したように、第２実施例の三次元形状入力装置によれば、前記第１実施例の頂点強調表示手段に加えて、各ステレオ画像表示上での頂点位置を対話的に移動する手段と、一つのステレオ画像表示上での頂点の移動に伴い、対応する頂点の三次元座標も移動の都度、相互の座標に矛盾か生じないように、計算、三次元表示を行なう手段を有することによって、物体の三次元形状の変化を２つのステレオ画像表示、および三次元表示の３通りの表示で確認しながら、直観的に微妙な三次元形状の生成、編集が可能になった。また、頂点間の接続による三角形網生成には編集前の点を用い、実際に表示およひ三次元形状データを生成するときには編集した頂点座標を用いることにより、頂点座標に伴う予想外の形状変更が発生しないため、編集が直観的になるとともに、凹領域への対応も可能になった。
【００４５】
【発明の効果】
本発明の請求項１に係る三次元形状入力装置によれば、画像表示手段によりステレオ画像を表示し、三次元形状データ表示手段により三次元形状データを表示し、前記ステレオ画像の左右の画像中の対応点を点指定手段により指定し、該対応点と前記ステレオ画像のカメラパラメータとから逐次的に三次元座標を計算手段により計算し、生成手段により入力された画像上の座標を３点ずつ組にして接続することで三角形網を生成し、該生成された三角形網と前記計算された三次元座標とを用いて、表面形成手段により物体の表面を近似的に形成し、前記生成された三角形網を重畳手段により前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳し、頂点指定手段により画像表示手段および三次元形状データ表示手段に重畳表示された三角形網の頂点の指定を行ない、強調表示手段により前記頂点指定手段による指定に応じて前記ステレオ画像および前記三次元形状データの表示上で、相互に対応する頂点を強調表示するので、左右のステレオ画像と三次元形状データの３通りの表示で相互に対応している関連が分かりやすくなる。例えば、相互に対応する頂点を強調表示することにより、頂点数が多くなってきた場合でも、ステレオ画像表示、三次元形状表示間の対応点の相互の関連が分かりやすい。特に、頂点が込み入っているような場合には、ある頂点がこれら３通りの表示上でそれぞれどの点に対応しているかが分かりにくく、指定点の対応を誤りやすいといった問題に有効である。
【００４６】
請求項２に係る三次元形状入力装置によれば、前記各ステレオ画像上での頂点位置を移動する移動手段を備え、前記計算手段は前記画像表示手段および三次元形状データ表示手段

に重畳表示される三角形網の各頂点の座標を該頂点の移動につれて相互に対応取りながら計算するので、頂点強調表示手段に加えて、各ステレオ画像表示上での頂点位置を移動する手段と、一つのステレオ画像表示上での頂点の移動に伴い、対応する頂点の三次元座標も移動の都度、相互の座標に矛盾が生じないように、計算、三次元表示する手段を有することによって、物体の三次元形状の変化を２つのステレオ画像表示、および三次元表示の３通りの表示で確認しながら、直観的で微妙な三次元形状の生成・編集が可能になった。また、頂点間の接続により三角形網生成には編集前の点を用い、実際に表示および三次元形状データを生成するときには編集した頂点座標を用いることにより、頂点編集に伴う予想外の形状変更が発生しないため編集が直観的であるとともに、凹領域への対応も可能である。

【００４７】

請求項３に係る三次元形状入力方法によれば、ステレオ画像を表示し、三次元形状データを表示し、前記ステレオ画像の左右の画像中の対応点を指定し、該対応点と前記ステレオ画像のカメラパラメータとから逐次的に三次元座標を計算し、入力された画像上の座標を３点ずつ組にして接続することで三角形網を生成し、該生成された三角形網と前記計算された三次元座標とを用いて、物体の表面を近似的に形成し、前記生成された三角形網を前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳し、前記ステレオ画像および前記三次元形状データに重畳表示された三角形網の頂点の指定を行ない、該指定に応じて前記ステレオ画像および前記三次元形状データの表示上で、相互に対応する頂点を強調表示するので、左右のステレオ画像と三次元形状データの３通りの表示で相互に対応している関連が分かりやすくなる。例えば、相互に対応する頂点を強調表示することにより、頂点数が多くなってきた場合でも、ステレオ画像表示、三次元形状表示間の対応点の相互の関連が分かりやすい。特に、頂点が込み入っているような場合には、ある頂点がこれら３通りの表示上でそれぞれどの点に対応しているかが分かりにくく、指定点の対応を誤りやすいといった問題に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図１】ステレオ画像が表示された画面を示す説明図である。

【図２】三次元形状入力装置の構成を示すブロック図である。

【図３】三次元形状入力処理ルーチンで利用するデータ構造を示す説明図である。

【図４】三次元形状入力処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図５】図４につづく、三次元形状入力処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図６】第２実施例のデータ構造を示す説明図である。

【図７】第２実施例の編集モード処理ルーチンを示すフローチャートである。

【符号の説明】

３、４、５　…　ウィンドウ画像

１１　…　入出力部

１２　…　ハードディスク装置

１３　…　主記憶装置

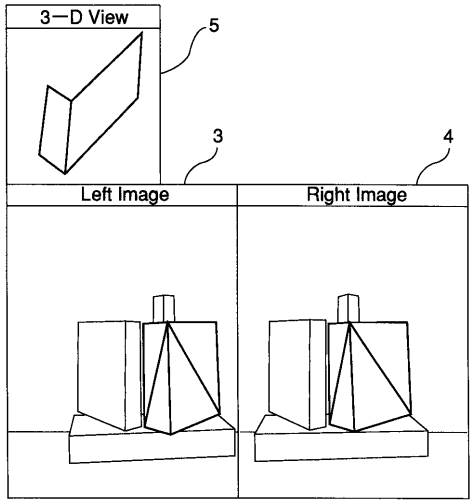
１４　…　ＣＰＵ

１５　…　ビットマップディスプレイ

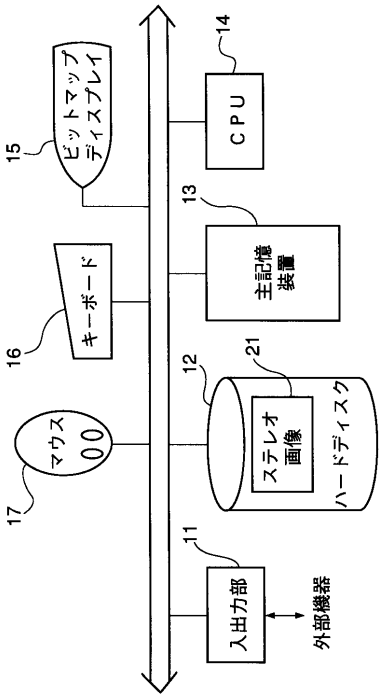
１６　…　キーボード

１７　…　マウス

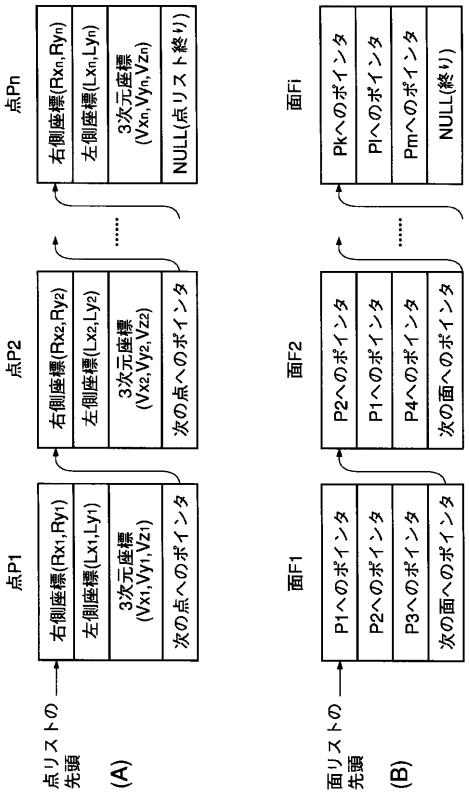
【図１】


3−D View
5
3
4
Left Image
Right Image

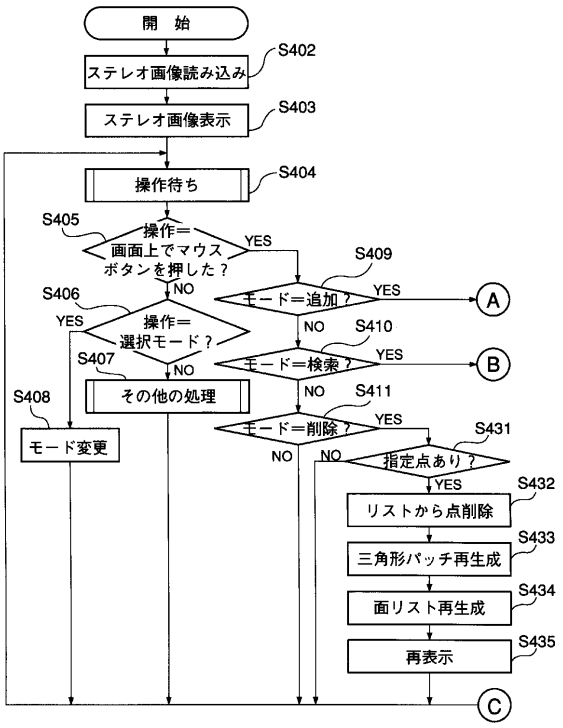
【図２】


14
CPU
15
ビットマップディスプレイ
13
主記憶装置
16
キーボード
12
21
ステレオ画像
ハードディスク
17
マウス
11
入出力部
外部機器

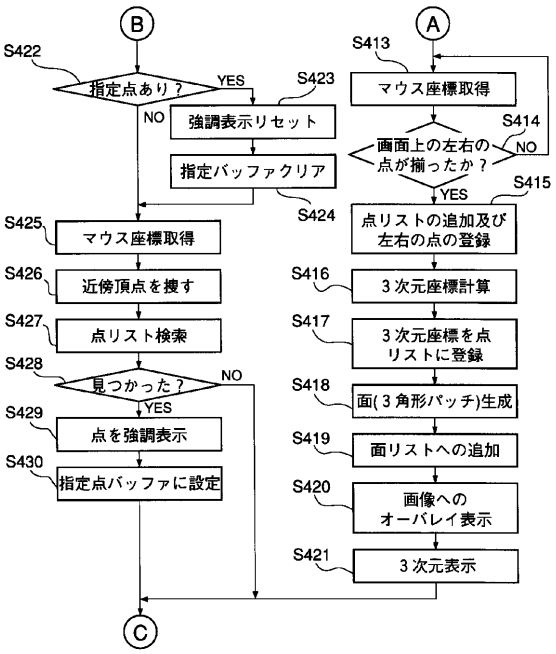
【図３】


点Pn
右側座標(Rxn,Ryn)
左側座標(Lxn,Lyn)
3次元座標 (Vxn,Vyn,Vzn)
NULL(点リスト終り)
点P2
右側座標(Rx2,Ry2)
左側座標(Lx2,Ly2)
3次元座標 (Vx2,Vy2,Vz2)
次の点へのポインタ
点P1
右側座標(Rx1,Ry1)
左側座標(Lx1,Ly1)
3次元座標 (Vx1,Vy1,Vz1)
次の点へのポインタ
点リストの先頭
(A)
面Fi
Pkへのポインタ
Plへのポインタ
Pmへのポインタ
NULL(終り)
面F2
P2へのポインタ
P1へのポインタ
P4へのポインタ
次の面へのポインタ
面F1
P1へのポインタ
P2へのポインタ
P3へのポインタ
次の面へのポインタ
面リストの先頭
(B)

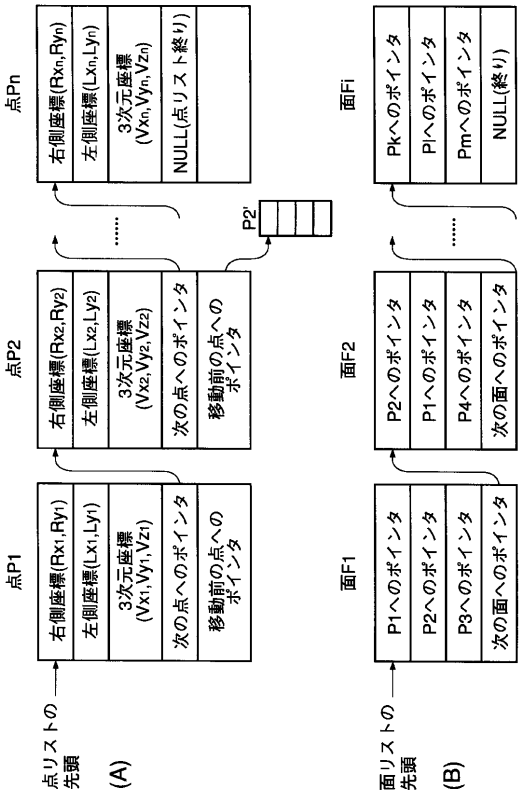
【図４】


開 始
ステレオ画像読み込み
S402
ステレオ画像表示
S403
操作待ち
S404
S405
操作＝画面上でマウスボタンを押した？
YES
NO
S409
モード＝追加？
YES
A
S406
操作＝選択モード？
YES
NO
S410
モード＝検索？
YES
B
S407
その他の処理
NO
S408
モード変更
S411
モード＝削除？
YES
NO
S431
指定点あり？
YES
NO
S432
リストから点削除
S433
三角形パッチ再生成
S434
面リスト再生成
S435
再表示
C

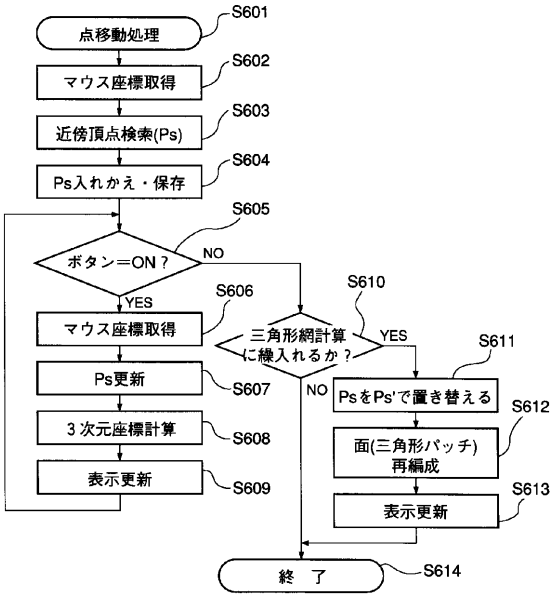
【図５】


B
A
S422
指定点あり？
YES
NO
S423
強調表示リセット
指定バッファクリア
S424
S425
マウス座標取得
S426
近傍頂点を捜す
S427
点リスト検索
S428
見つかった？
NO
YES
S429
点を強調表示
S430
指定点バッファに設定
S413
マウス座標取得
S414
画面上の左右の点が揃ったか？
NO
YES
S415
点リストの追加及び左右の点の登録
S416
３次元座標計算
S417
３次元座標を点リストに登録
S418
面(３角形パッチ)生成
S419
面リストへの追加
S420
画像へのオーバレイ表示
S421
３次元表示
C

【図６】


点Pn
右側座標(Rxn,Ryn)
左側座標(Lxn,Lyn)
3次元座標 (Vxn,Vyn,Vzn)
NULL(点リスト終り)
P2'
点P2
右側座標(Rx2,Ry2)
左側座標(Lx2,Ly2)
3次元座標 (Vx2,Vy2,Vz2)
次の点へのポインタ
移動前の点へのポインタ
点P1
右側座標(Rx1,Ry1)
左側座標(Lx1,Ly1)
3次元座標 (Vx1,Vy1,Vz1)
次の点へのポインタ
移動前の点へのポインタ
点リストの先頭
(A)
面Fi
Pkへのポインタ
Plへのポインタ
Pmへのポインタ
NULL(終り)
面F2
P2へのポインタ
P1へのポインタ
P4へのポインタ
次の面へのポインタ
面F1
P1へのポインタ
P2へのポインタ
P3へのポインタ
次の面へのポインタ
面リストの先頭
(B)

【図７】


点移動処理
S601
マウス座標取得
S602
近傍頂点検索(Ps)
S603
Ps入れかえ・保存
S604
S605
ボタン=ON？
NO
YES
S606
マウス座標取得
Ps更新
S607
３次元座標計算
S608
表示更新
S609
S610
三角形網計算に繰入れるか？
YES
NO
S611
PsをPs'で置き替える
S612
面(三角形パッチ)再編成
S613
表示更新
終　了
S614

フロントページの続き

審査官　伊知地　和之

(56)参考文献　特開平０１－２３５１４０（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－２１７５７２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０８３９３４（ＪＰ，Ａ）
特開平６－５０７３６（ＪＰ，Ａ）
特開平５－８１４１０（ＪＰ，Ａ）
特開平２－１８７８７８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G06T 17/40
G06T 1/00