

(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2010-14718
(P2010-14718A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.

G01B 11/00 (2006.01)

F 1

G01B 11/00

テーマコード(参考)

H 2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-160969 (P2009-160969)
 (22) 出願日 平成21年7月7日 (2009.7.7)
 (31) 優先権主張番号 10 2008 031 942.2
 (32) 優先日 平成20年7月7日 (2008.7.7)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 501461966
 シュタインビフラー オプトテヒニク ゲ
 一エムベーハー
 ドイツ国 ノイボイエルン 83115
 ゲオルクーヴィースベックーリング 12
 (74) 代理人 100077931
 弁理士 前田 弘
 (74) 代理人 100110939
 弁理士 竹内 宏
 (74) 代理人 100110940
 弁理士 嶋田 高久
 (74) 代理人 100113262
 弁理士 竹内 祐二
 (74) 代理人 100115059
 弁理士 今江 克実

最終頁に続く

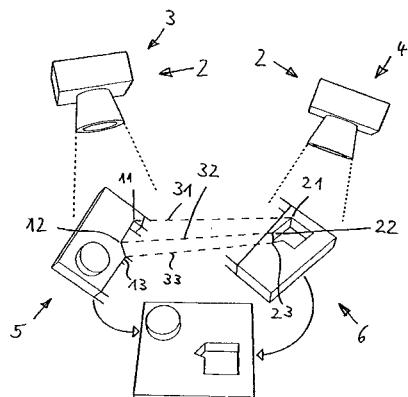
(54) 【発明の名称】対象物を3Dデジタル化するための方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】対象物の複数のカメラ画像を記録して組み合わせて、対象物の3D座標を決定する、対象物を3Dデジタル化するための方法を改善する。

【解決手段】対象物1を撮影した写真から対象物1の2D特徴点11, 12, 13; 21, 22, 23を決定する。これら2D特徴点の3D座標を決定する。一の写真と別の写真との間で互いに対応する2D特徴点からなる2D点対応組31, 32, 33を複数組決定する。これら2D点対応組の中から複数組の2D点対応組を選択して3D変換対象を決定する。該3D変換対象の品質を、2D特徴点の3D座標を参照して決定して、該3D変換対象の中から有効3D特徴点を決定する。その有効3D特徴点の3D座標を、対象物1のカメラ画像を組み合わせるために使用する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象物(1)の複数のカメラ画像を記録して組み合わせて、前記対象物(1)の3D座標を決定する、対象物を3Dデジタル化するための方法であって、

前記対象物(1)を撮影した写真(5, 6)から、前記対象物(1)の2D特徴点(11, 12, 13; 21, 22, 23; 14, 15, 16, 17, 18; 24, 25, 26, 27, 28)を決定し、

前記2D特徴点の3D座標を決定し、

一の写真と別の写真との間で互いに対応する2D特徴点からなる2D点対応組(31, 32, 33; 34, 35, 36, 37, 38)を複数組決定し、

前記決定した複数組の2D点対応組の中から複数組の2D点対応組を選択して3D変換対象を決定し、

前記3D変換対象の品質を、前記2D特徴点の前記3D座標を参照して決定して、該3D変換対象の中から有効3D特徴点を決定し、

前記有効3D特徴点の3D座標を、前記対象物の前記カメラ画像を組み合わせるために使用することを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項1記載の方法において、

各写真(5, 6)において対象物領域を決定し、

前記対象物領域内の2D特徴点(14, 15, 16, 17, 18; 24, 25, 26, 27, 28)を使用することを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項1又は2記載の方法において、

格納された前記2D特徴点、格納された前記3D特徴点、及び、格納された特徴ベクトルのうちの少なくとも1つを使用することを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項1～3のいずれか1つに記載の方法において、

前記2D特徴点、前記3D特徴点、及び、特徴ベクトルのうちの少なくとも1つを、前記対象物のCADデータの描画から決定することを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項1～4のいずれか1つに記載の方法において、

前記対象物のCADデータの描画から決定した、前記2D特徴点、前記3D特徴点、及び、特徴ベクトルのうちの少なくとも1つを使用することを特徴とする方法。

【請求項 6】

対象物を3Dデジタル化する方法を実施するための装置であって、

前記対象物(1)に対して光パターン又はレーザ光パターンを投影するための投影機と、

前記対象物のカメラ画像を記録するための1つ又は複数のカメラと、

前記対象物の前記カメラ画像を組み合わせ、前記対象物の3D座標を決定するための手段と、

前記対象物の写真を作成するためのカメラと、

前記対象物の2D特徴点を決定し、かつ、前記対象物の前記2D特徴点の3D座標を決定し、かつ、一の写真と別の写真との間で互いに対応する2D特徴点からなる2D点対応組を複数組決定し、かつ、前記決定した複数組の2D点対応組の中から複数組の2D点対応組を選択して3D変換対象を決定し、かつ、前記3D変換対象の品質を、前記2D特徴点の3D座標を参照して決定し、かつ、有効3D特徴点を決定するための手段とを備えることを特徴とする装置。

【請求項 7】

請求項6記載の装置において、

前記写真の対象物領域を決定するための手段を更に備えることを特徴とする装置。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 記載の装置において、

前記 2 D 特徴点、前記 3 D 特徴点、及び、特徴ベクトルの少なくとも 1 つを格納するための記憶装置を更に備えることを特徴とする装置。

【請求項 9】

請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の装置において、

前記 2 D 特徴点、前記 3 D 特徴点、及び、特徴ベクトルを、前記対象物の C A D データの描画から決定するための手段を更に備えることを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

【0 0 0 1】

本発明は、対象物の複数のカメラ画像を記録して組み合わせて、対象物の 3 D (3 次元) 座標を決定する、対象物を 3 D (3 次元) デジタル化するための方法及び装置に関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

対象物の 3 D デジタル化において、多くの場合、対象物の複数のカメラ画像を記録する必要がある。隣接するカメラ画像は互いに重なり合っている。それゆえ、これらのカメラ画像を、特に照合処理によって組み合わせることができる。

20

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 3】**

本発明の目的は、対象物を 3 D デジタル化するための前記の方法及び装置を改良することである。

【課題を解決するための手段】**【0 0 0 4】**

本発明によれば、この目的は、請求項 1 及び請求項 6 の特徴により達成される。

【0 0 0 5】

対象物の複数のカメラ画像を記録する。これらは、対象物の 3 D 座標を決定するのに適したカメラ画像である。ストリップ投影方法、特に白色光ストリップ投影方法を適用することが特に可能である。しかしながら、レーザースキナ方法、又は、対象物を 3 D デジタル化することのできる何らかの他の方法を適用することも可能である。本発明を実施するために、対象物の 3 D ビューをカメラで記録するカメラベースの方法を特に使用することができる。

30

【0 0 0 6】

対象物を 3 D デジタル化する方法を実施するための装置は、投影機と、1 つ又は複数のカメラとを備えていてもよい。投影機及び 1 つ又は複数のカメラは、3 D センサに一体化されていてもよい。投影機は、対象物に光パターン、特にストリップパターン、中でも白色光ストリップを投影するのに適するものであってもよい。しかしながら、投影機は、対象物にレーザ光パターン、特に 1 つ又は複数のレーザ線を投影するのに適するものであってもよい。

40

【0 0 0 7】

1 つ又は複数のカメラによって、対象物の複数のカメラ画像を記録することができる。このカメラ画像は、異なる視点 (視野、視野角) から記録される。カメラ画像は、対象物の様々な領域をカバーし、これらの領域は、一般的には互いに部分的に重なり合っている。様々なカメラ画像を、特に 3 D 照合処理によって組み合わせることができる。このようにして、対象物の比較的大きな領域、又は、対象物の全表面をカバーすることができる。

【0 0 0 8】

対象物が十分な 3 D 構造を有している場合、個々の重なり合うカメラ画像を、3 D 照合処理によって互いに整合させることができる。しかしながら、従来技術の方法では、この

50

照合には、測定シーケンスにおける手動操作がさらに必要である。なぜなら、様々なカメラ画像における対応する3D点を、データ記録に手作業で印付けする必要があるからである。このことは、操作労力を増やし、対象物の3Dデジタル化の効率を下げてしまう。

【0009】

本発明によれば、対象物の写真を撮影する。これらの写真から、対象物の2D特徴点を決定する。2D特徴点として、対象物の角、すなわち対象物の2つ以上の辺が交わる部分を特に使用してもよい。しかしながら、写真における、特徴的な周囲部分を有する他の点を、2D特徴点として使用することも可能である。2D特徴点は、自動的に、すなわち人が手動で操作せずに決定することができる。

【0010】

各2D特徴点の決定のために、特徴ベクトルを決定してもよい。この特徴ベクトルは、2D特徴点の周囲部分における特性を含んでいてもよい。特定の変換に対して不变の、例えば平行移動に関して不变の特徴ベクトルを使用することが可能である。特に、写真における2D特徴点近傍の勾配ヒストグラム、すなわち、2D特徴点の2次元近傍の勾配ヒストグラムを、特徴ベクトルとして使用してもよい。

【0011】

続いて、写真の2D特徴点の3D座標を決定する。この決定を、投影パターン（光パターン、ストリップパターン、白色光ストリップパターン、レーザ光パターン、1つ又は複数のレーザ線など）を併用して、対象物の1つ又は複数のカメラ画像に基づいて行ってもよい。特に、同じ視点から記録されたカメラ画像を使用してもよい。対象物の3D座標を決定するために白色光ストリップ投影を使用する場合、まず、対象物のカメラ画像を、例えば白色光ストリップパターンありで記録してもよい。続いて、又は、その前に、2D特徴点を決定することが可能な写真を、白色光ストリップなしで撮影してもよい。

【0012】

一の写真と別の写真との間で互いに対応する2D特徴点からなる2D点対応組を複数組決定する。このようにして、一の写真の2D特徴点が、別の写真の対応する2D特徴点を含んでいるかどうかをチェックすることができる。2D点対応組を決定するために、特徴ベクトルを使用してもよい。特に、特徴ベクトルの定義（例えば、2次元近傍の勾配ヒストグラム）により特定の変換（例えば平行移動）に対して不变である特徴ベクトルを使用してもよい。特徴ベクトルの比較から、対応する特徴ベクトルを決定することができ、これにより、対応する2D特徴点を決定することができる。

【0013】

続いて、前記決定した複数組の2D点対応組の中から複数組の2D点対応組を選択する。これら選択した2D点対応組の中から3D変換対象を決定する。前記2D点対応組の選択は、ランダムに行ってもよい。3組の2D点対応組を選択することが有利である。

【0014】

前記3D変換対象の決定は、2D点対応組に基づいているので、適切な有効3D変換対象であるとみなすことはできない。したがって、決定した3D変換対象の品質を決定する。この決定は、3D変換対象における2D特徴点の3D座標を参照して行う。2D特徴点の3D座標は、対象物の3D座標を決定する機能を果たす、対象物のカメラ画像から決定されている。3D変換対象の品質を、対応する2D特徴点の3D座標の重なり品質、特に3次元ギャップから決定してもよい。この目的のために、対応する2D特徴点の3D座標間の距離を計算してもよい。あるいは、又は、それに加えて、重なり品質を決定するために、対応する2D特徴点の3D座標の3次元近傍を使用してもよい。前記距離、及び／又は、前記3次元近傍が特定の品質条件を満たす場合、特に、前記距離が所定距離よりも短い場合、及び／又は、対応する2D特徴点の前記3次元近傍間の偏差（ずれ）が所定偏差よりも小さい場合には、3D変換対象の品質が十分であるとみなすことができる。

【0015】

前記3D変換対象の品質が十分である場合には、この3D変換対象（2D点対応組）を、有効3D変換対象とみなすことができ、この有効3D変換対象における2D特徴点を、

有効 3 D 特徴点とみなすことができる。そして、この有効 3 D 特徴点の 3 D 座標を、対象物のカメラ画像を組み合わせるために使用することができる。

【 0 0 1 6 】

逆に、3 D 変換対象の品質が十分でない場合には、前記方法を、2 D 点対応組を選択するステップから繰り返してもよい。つまり、他の 2 D 点対応組を選択して、その選択した 2 D 点対応組の中から 3 D 変換対象を決定し、この決定した 3 D 変換対象の品質を決定してもよい。これを、有効 3 D 特徴点を決定できるまで数回繰り返してもよい。

【 0 0 1 7 】

本発明の方法の有利な改良は、下位請求項に記載されている。

【 0 0 1 8 】

各写真において対象物領域を決定し、この対象物領域内の 2 D 特徴点を使用することが有利である。写真の対象物領域は、対象物の一部が表されている領域であって、背景の一部ではない。対象物領域内の 2 D 特徴点を使用することにより、2 D 特徴点から決定される 2 D 点対応組が、対象物表面にある特徴点に関するものである、ということが確実になる。

10

【 0 0 1 9 】

前記対象物領域は、カメラ画像によって、背景領域から区別することができる。特に、対象物の 3 D 座標を決定する機能を果たすカメラ画像の作成中に得られるコントラスト画像を使用することができる。これらのコントラスト画像は、それによって決定される対象物の 3 D 座標の測定データ品質を表すとともに、決定された 3 D 座標が、対象物、すなわち対象物領域に属しているのか、又は、背景、すなわち背景領域に属しているのかを表す。このようにして、背景シーンを大幅にマスキングすることができ、対象物領域内の 2 D 特徴点のみを使用する、ということを達成できる。これにより、有効 3 D 変換対象を、より迅速に且つ品質的に良好に決定することができる。さらに、この方法では、環境照明やシーン背景などの存在し得る妨害の影響を良好になくすことができる。

20

【 0 0 2 0 】

他の有利な改良では、格納された前記 2 D 特徴点、格納された前記 3 D 特徴点、及び、格納された前記特徴ベクトルのうちの少なくとも 1 つを使用することを特徴とする。前記 2 D 特徴点、及び / 又は、前記 3 D 特徴点、及び / 又は、前記特徴ベクトルを、特徴点リストに格納することができる。このことは、複数の同一の対象物をデジタル化する必要のある場合に特に有利である。つまり、第 1 の完全な 3 D デジタル化の完全な特徴点リストを格納し、後続の測定のための完全な特徴点リストとして使用することができる。よって、任意の順序で任意の視野角から続けて測定される全ての対象物をデジタル化することができる。先行の視点（視野角）に対する視点（視野角）の変化の制限は存在しなくなる。

30

【 0 0 2 1 】

他の有利な改良によれば、前記 2 D 特徴点、前記 3 D 特徴点、及び、前記特徴ベクトルのうちの少なくとも 1 つを、対象物の C A D データの描画から決定する。これは、対象物の C A D データの描画から決定した、前記 2 D 特徴点、前記 3 D 特徴点、及び、前記特徴ベクトルのうちの少なくとも 1 つを使用する場合に特に有利である。

40

【 0 0 2 2 】

本発明の方法は、対象物の C A D データが存在する場合に特に有利である。これらの C A D データの描画は、ある特定の視点からの C A D データの写実的表示と解釈される。対象物の C A D データモデルを、実写カメラと類似の撮像特性を有する仮想カメラによって、様々な視点から視覚的に観察することができ、描画されたオブジェクトビューから 2 D 特徴点を得ることができる。次に、このようにして視覚的に得られた特徴点リストを使用して本方法を実施することができる。特徴点リストを、本方法を実施するために記憶装置に格納し、及び / 又は、記憶装置から読み出すこともできる。

【 0 0 2 3 】

本発明に基づく、対象物を 3 D デジタル化する方法を実施するための装置は、前記対象物（1）に対して光パターン又はレーザ光パターンを投影するための投影機と、前記対象

50

物のカメラ画像を記録するための 1 つ又は複数のカメラと、前記対象物の前記カメラ画像を組み合わせ、前記対象物の 3 D 座標を決定するための手段と、前記対象物の写真を作成するためのカメラと、前記対象物の 2 D 特徴点を決定し、かつ、前記対象物の前記 2 D 特徴点の 3 D 座標を決定し、かつ、一の写真と別の写真との間で互いに対応する 2 D 特徴点からなる 2 D 点対応組を複数組決定し、かつ、前記決定した複数組の 2 D 点対応組の中から複数組の 2 D 点対応組を選択して 3 D 変換対象を決定し、かつ、前記 3 D 変換対象の品質を、前記 2 D 特徴点の 3 D 座標を参照して決定し、かつ、有効 3 D 特徴点を決定するための手段とを備える。

【0024】

前記装置は、前記写真の対象物領域を決定するための手段を更に備えることが有利である。

10

【0025】

他の有利な改良によれば、前記装置は、前記 2 D 特徴点、前記 3 D 特徴点、及び、前記特徴ベクトルの少なくとも 1 つを格納するための記憶装置を更に備える。

【0026】

他の有利な改良では、前記 2 D 特徴点、前記 3 D 特徴点、及び、特徴ベクトルを、前記対象物の CAD データの描画から決定するための手段を更に備えることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】対象物を 3 D デジタル化する方法を実施するための装置を示す図である。

20

【図 2】2 D 特徴点を含む対象物の 2 つの写真を示す図である。

【図 3 A】本発明の方法のフローチャートである。

【図 3 B】本発明の方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0028】

本発明の一実施形態を、添付の図を参照して以下に詳しく説明する。

【0029】

図 1 は、対象物 1 を 3 D デジタル化する方法を実施するための装置の一実施形態を示す。この装置は、カメラと白色光ストリップ投影機とを有するセンサ 2 を備えている。

30

【0030】

本方法の実施中に、センサ 2 は、最初は、3 で表される位置にある。この位置において、対象物 1 の第 1 カメラ画像を記録する。このカメラ画像を記録する際、対象物 1 に白色光ストリップを照射する。このカメラ画像は、対象物 1 の 3 D 座標を決定する機能を果たす。このために、様々な方法を採用することができる。特に、対象物 1 の 3 D 座標を単一のカメラ画像から決定することができる空間位相シフト方法を採用してもよい。しかしながら、対象物 1 の 3 D 座標を決定するために複数の、特に 3 つ又は 4 つのカメラ画像を記録する時間ベースの位相シフト方法を採用してもよい。

【0031】

さらに、対象物 1 の写真 5 を、センサ 2 は同じ位置のまま、センサ 2 のカメラで撮影する。この写真を撮影する際は、対象物 1 に白色光ストリップを照らさない。

40

【0032】

続いて、センサ 2 を、図 1 では参照番号 4 を付した別な位置へ移動させる。この位置において、対象物 1 の別なカメラ画像を記録する。このカメラ画像から、対象物 1 の 3 D 座標が決定される。このカメラ画像を記録する際、センサ 2 の投影機によって対象物 1 に白色光ストリップを投影する。前記のように、対象物の 3 D 座標をカメラ画像によって決定することができる。しかしながら、特に時間ベースの位相シフト方法を採用する場合、対象物 1 の複数のカメラ画像を記録し、複数のカメラ画像から対象物 1 の 3 D 座標を決定することもできる。センサ 2 が位置 4 にある間に、白色光ストリップを対象物 1 に投影せずに対象物 1 の写真 6 を撮影する。

【0033】

50

センサ 2 が位置 3 にある場合に得られる 1 つ又は複数のカメラ画像と写真 5 とは、対象物 1 の図 1 の左に示す領域をカバーしている。センサ 2 が位置 4 にある場合、1 つ又は複数のカメラ画像と写真 6 とは、対象物 1 の右側領域をカバーしている。対象物 1 のこれらの領域は互いに部分的に重なり合っている。

【0034】

対象物 1 の写真 5, 6 から、複数の 2D 特徴点を決定する。対象物 1 の左側部分をカバーする写真 5 から、特徴点 11, 12, 13 を決定する。これらの特徴点は、対象物 1 の角に、すなわち、2 つの辺が交わる点にある。

【0035】

対象物 1 の右側部分をカバーする写真 6 から、2D 特徴点 21, 22, 23 を決定する。これらの 2D 特徴点も、対象物 1 の角にある。

【0036】

続いて、2D 特徴点 11, 12, 13; 21, 22, 23 の 3D 座標を決定する。3D 座標は、対象物 1 のカメラ画像から決定される。

【0037】

さらに、左側写真 5 と右側写真 6 との間で互いに対応する 2D 特徴点 11, 21; 12, 22; 13, 23 からなる 2D 点対応組 31, 32, 33 を複数組決定する。これらの 2D 点対応組 31, 32, 33 を、図 1 に破線で示す。

【0038】

続いて、前記決定した複数組の 2D 点対応組 31, 32, 33 の中から複数組の 2D 点対応組を選択する。図 1 では、3 組の 2D 点対応組 31, 32, 33 を選択する。これらの 2D 点対応組の中から 3D 変換対象（ここでは、2D 点対応組 31, 32, 33）を決定する。

【0039】

次いで、前記 3D 変換対象の品質を、該 3D 変換対象における 2D 特徴点の変換された 3D 座標を参照して決定（測定）する。ここでは、この 3D 変換対象の品質の決定には、2D 特徴点 11, 21; 12, 22; 13, 23 の 3D 座標が適用される。

【0040】

前記決定した 3D 変換対象の品質に基づいて、有効 3D 特徴点を決定する。図 1 において、2D 点対応組 31, 32, 33 に属する 3D 変換対象は、有効 3D 変換対象である、すなわち、十分な品質の 3D 変換対象である。この有効 3D 変換対象から、有効 3D 特徴点を決定することができる。

【0041】

続いて、有効 3D 特徴点の 3D 座標を使用して、対象物 1 の左右のカメラ画像を組み合わせる。この組み合わせは、3D 照合処理によって行われる。このようにして、図 1 に示すように、対象物 1 を正しく組み合わせることができる。

【0042】

図 2 は別な対象物を示す。この対象物の第 1 写真 5 は、ある特定の視点から写されたものであり、第 2 写真 6 は別の視点から写されたものである。写真 5, 6 によってカバーされる対象物の領域は、互いに部分的に重なり合っている。

【0043】

写真 5 に、決定された多数の 2D 特徴点、例えば、2D 特徴点 14, 15, 16, 17, 18 が表されている。写真 6 には、多数の 2D 特徴点のうち 2D 特徴点 24, 25, 26, 27, 28 が表されている。

【0044】

2D 特徴点 14, 24; 15, 25; 16, 26; 17, 27; 18, 28 は、2D 点対応組 34, 35, 36, 37, 38 にそれぞれ含まれる。

【0045】

これらの 2D 点対応組から 3 組の 2D 点対応組をランダムに選択する。これら選択した 3 組の 2D 点対応組から、3D 変換対象を決定する。続いて、この 3D 変換対象の品質を

10

20

30

40

50

、該3D変換対象における2D特徴点の3D座標を参照して決定(測定)する。この品質が十分である場合、これら3D変換対象の中から有効3D特徴点を決定し、有効3D特徴点の3D座標を使用して、写真5,6に属するカメラ画像を組み合わせる。品質が十分でない場合、前記3組の他の2D点対応組を選択して3D変換対象を決定し、その品質を決定する。有効3D変換対象が得られるまで、このシーケンスをその都度他の3組の2D点対応組で繰り返してもよい。

【0046】

図3A及び図3Bは、対象物を3Dデジタル化するための方法のフローチャートをそれぞれ示す。

【0047】

第1ステップ41において、対象物の表面の3D測定を実施する。この3D測定では、対象物の3D座標を決定するために、対象物の1つ又は複数のカメラ画像を記録する。1つ又は複数のカメラ画像は、ある特定の視点から記録する。1つ又は複数のカメラ画像から、対象物の一部が記録される。これらは、対象物の3D座標を決定することができる1つ又は複数のカメラ画像である。

【0048】

ステップ42において、1つ又は複数のカメラ画像をマスキングする。すなわち、不要な背景情報を排除する。このステップにおいて、1つ又は複数のカメラ画像の対象物領域を決定する。

【0049】

ステップ43において、2D特徴点を計算する。

【0050】

ステップ44において、2D特徴点の3D座標を決定する。

【0051】

ステップ44において、特徴点リストを記憶装置に格納する。この特徴点リストは、全ての計算された2D特徴点と、全ての2D特徴点の3D座標とを含む。

【0052】

続いて、カメラを別な視点にして、ステップ41から44を繰り返す。このカメラ視点では、対象物の別な部分領域をカバーする。なお、この別な部分領域は、対象物の既にカバーした部分領域に部分的に重なり合う領域のことである。

【0053】

続いて、ステップ45(図3B)を実施して、現在の写真、つまり第2写真の特徴点リストをリストAとして使用する。

【0054】

続くステップ46において、特徴点リストを、先の写真の全ての特徴点から作成するか、又は、記憶装置から取り出してリストBとして使用する。

【0055】

ステップ47において、リストAとリストBとの間で2D点対応組を決定する。互いに対応関係にある、リストA及びリストBの特徴点は、リストA'及びリストB'として作成され、場合によっては格納される。リストA'における特徴点の数|A'|は、リストB'における特徴点の数|B'|に等しい。

【0056】

ステップ48において、リストA'及びリストB'における特徴点の数が少なくとも3つであるかどうかをチェックする。少なくとも3つなければ、ステップ54において、事前アライメントの自動決定が不可であると示される。この場合、3D変換対象を、2D点対応組から決定することはできない。

【0057】

リストA'及びリストB'における特徴点の数が少なくとも3つであれば、チェックステップ48の後に、ステップ49を実施する。このステップ49において、リストA'から3つの特徴点をランダムに選択する。これら3つの特徴点は、3組の2D点対応組に属

10

20

30

40

50

し、これら3つの特徴点から、3D変換対象を決定する。この3D変換対象に基づいて、2D特徴点の3D座標を決定する。3D変換対象は、リストA'から選択した2D特徴点の3D位置の画像を、リストB'における当該2D点対応組の2D特徴点において形成する。

【0058】

ステップ50において、決定された3D変換対象の品質を測定する。この測定は、3D変換対象における2D特徴点の変換された3D座標の3次元ギャップ、つまり先のデータ記録に関して変換されたデータ記録の3Dギャップの評価を参照して行われる。

【0059】

ステップ51において、この品質が十分かどうかをチェックする。品質が十分であれば、ステップ52において、有効な事前アライメントが見出されたと示される。決定した3D変換対象を使用して、特に3D照合処理によってカメラ画像を組み合わせることができる。

10

【0060】

その後、処理はステップ41(図3A)へ続いてもよい。

【0061】

逆に、ステップ51において3D変換の品質が十分でないと示されたならば、ステップ53において、試験の最大数に達したかどうかをチェックする。達していなければ、ステップ49を再び実施し、ステップ49において、3つの他の特徴点をランダムに選択する。

20

【0062】

逆に、試験の最大数に達していれば、ステップ54において、事前アライメントの自動決定が不可であると示される。

【0063】

本発明により、カメラ画像の3D照合を自動的に実施することができ、ユーザの操作が不要となる方法及び装置が提供される。さらに、本発明は、ユーザの操作が少なくとも明らかに低減されるように実現され得る。特に、3Dスキャナの各オブジェクトビューによって対象物の1つ又は複数の追加写真を撮影することができるよう、処理を実行することができる。このため、3Dセンサのカメラを使用してもよい。対象物デジタル化に必要なストリップ画像カメラ画像に加えて、1つ又は複数の追加写真を、ストリップ照明なしで撮影してもよい。これらの写真から、対象物の2D特徴点を計算することができる。特徴点として、特に、形状の端部又はコントラスト端部などの対象物の顕著な点を使用してもよい。

30

【0064】

一般的に、オブジェクトビューをあまり変更しない場合には、3D変換対象の品質はより良好となる。有効3D変換対象を決定できないならば、有効3D変換対象を得るためのオブジェクトビューの変更を少なくして、本発明の方法を再び実施してもよい。あるいは、又は、それに加えて、様々なオブジェクトビューの間の可視領域の重なりをより大きくして、本発明の方法を実施してもよい。

40

【0065】

3D変換対象の品質が十分でない場合には、さらに、形状的な対応関係を印付けすることによって、事前アライメントを手動で行うことができる。

【0066】

複数の2D特徴点を、対象物の3D座標を決定するためのカメラ画像の作成を行なうカメラによって撮影した複数の写真から決定してもよい。しかしながら、別個のカメラの写真から2D特徴点を決定することも可能である。3Dデジタル化の前又は後に、対象物の一連の写真を、別個のカメラで生成することができ、対象物の2D特徴点を、これらの写真から計算することができる。このようにして得られた特徴点リストを、続いて使用することができる。特徴点リストを、3Dデジタル化を開始する前に測定プログラムへロードしてもよい。

50

【0067】

対象物が3Dデジタル化に不十分な構造を有している場合、2Dマークによって、例えば、マーカーペンなどによって付けることのできるランダムパターンによって、処理に必要な表面構造を作成することができる。

【0068】

センサ位置と測定体積とを3D空間において実況で示すことができる。決定された特徴点を使用して、対象物に対して相対的なセンサ位置を決定することができる。対象物及び/又はセンサの位置決定のための視覚的補助をユーザに提供するために、前記センサ位置情報によって、測定対象物に関するセンサ位置及び測定体積を、データ取得ソフトウェアにおいてリアルタイムベースで視覚化することができる。このことは、特に、ラフで迅速な3D事前測定によって行える。

10

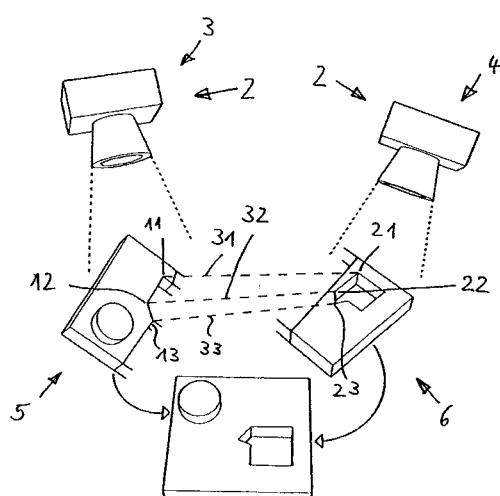
【符号の説明】

【0069】

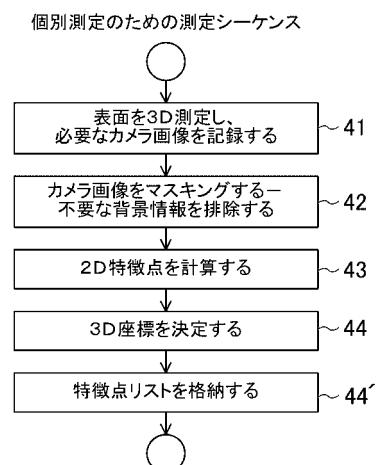
- | | |
|--------------------|--------|
| 1 | 対象物 |
| 2 | センサ |
| 5, 6 | 写真 |
| 11, 12, 13 | 2D特徴点 |
| 21, 22, 23 | 2D特徴点 |
| 14, 15, 16, 17, 18 | 2D特徴点 |
| 24, 25, 26, 27, 28 | 2D特徴点 |
| 31, 32, 33 | 2D点対応組 |
| 34, 35, 36, 37, 38 | 2D点対応組 |

20

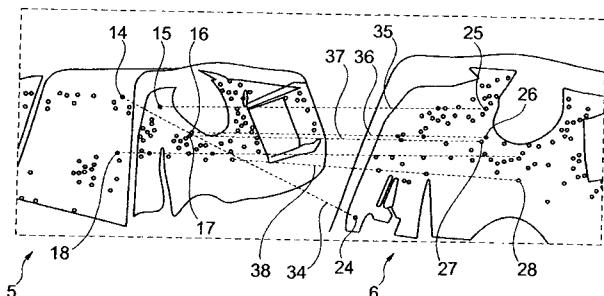
【図1】



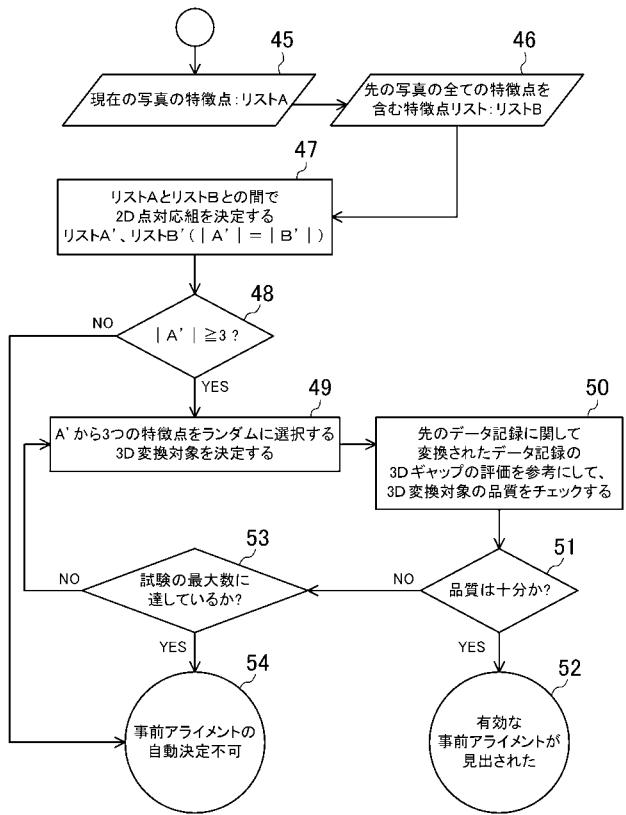
【図3A】



【図2】



【図 3 B】



フロントページの続き

(74)代理人 100117581
弁理士 二宮 克也

(74)代理人 100117710
弁理士 原田 智雄

(74)代理人 100121728
弁理士 井関 勝守

(74)代理人 100124671
弁理士 關 啓

(74)代理人 100131060
弁理士 杉浦 靖也

(72)発明者 アレクサンダー フライ
ドイツ国 8 3 2 3 3 ベルナウ, オットー - シュトローブル - ヴェク 5

(72)発明者 ダニエル クロイツァー
ドイツ国 8 3 0 5 9 コルベルモーア, アンゲルバウア - シュトラーセ 5

(72)発明者 トーマス マイヤー
ドイツ国 8 3 0 5 9 コルベルモーア, ヘルマン - レンズ - シュトラーセ 3 2

(72)発明者 マルクス シュタインビフラー
ドイツ国 8 3 1 1 5 ノイボイエルン, ゾンヴェント - シュトラーセ 1

F ターム(参考) 2F065 AA04 AA59 FF05 FF09 GG04 HH07 JJ03 JJ05 QQ00 QQ03
QQ23 QQ24 QQ37