

(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2007-10419

(P2007-10419A)

(43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 C 15/00 (2006.01)	GO 1 C 15/00 1 O 3 A	2 F O 6 5
GO 1 B 11/245 (2006.01)	GO 1 B 11/24 N	
GO 1 B 11/24 (2006.01)	GO 1 B 11/24 K	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-190012 (P2005-190012)
 (22) 出願日 平成17年6月29日 (2005.6.29)

(71) 出願人 393019931
 コマツエンジニアリング株式会社
 東京都港区赤坂2丁目3番6号
 (74) 代理人 110000279
 特許業務法人ウィルフォート国際特許事務所
 (72) 発明者 山口 博義
 神奈川県平塚市四之宮3-25-1
 Fターム(参考) 2F065 AA04 AA06 AA31 AA37 AA53
 AA61 AA65 BB05 FF00 FF05
 JJ03 JJ05 QQ24 SS09

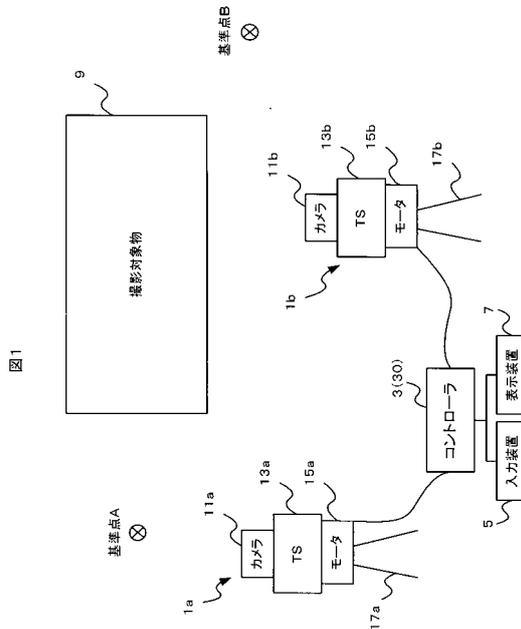
(54) 【発明の名称】 対象物の3次元形状検証システム。

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 移動、セッティング及びキャリブレーションを繰り返す必要のない3次元形状計測を行う。

【解決手段】 カメラ11a、11bと、トータルステーション(TS)13a、13bを備えた計測装置1a、1bと、コントローラ3とを備え、コントローラ3は、基準点A、BをTS13a、13bで計測したデータを取得し、カメラ1a、1bの撮影位置を決定するキャリブレーションを行い、カメラ11a、11bが実質的に同時に所定の対象物を撮影した画像データをそれぞれ取得し、取得した画像データ及びカメラ11a、11bの撮影位置に基づいて対象物の3次元データを生成し、生成された3次元データと基準データとを比較して、比較結果に応じた出力をする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のカメラと、
前記複数のカメラの各々とそれぞれ所定の位置関係を持って備えられる複数のトータルステーション（以下、TSという）と、
2以上の基準点を各TSで計測したデータに基づいて、各カメラの撮影位置を決定するキャリブレーション手段と、
前記複数のカメラが実質的に同時に所定の対象物を撮影した画像データをそれぞれ取得する手段と、
前記取得した画像データおよび前記キャリブレーション手段により決定された各カメラの撮影位置に基づいて、前記対象物の3次元データを生成する手段と、
前記撮影対象物に関する基準データを記憶する記憶部と、
前記生成された3次元データと前記記憶部に記憶された基準データとを比較する比較手段と、
前記比較手段による比較結果に応じた出力を行う手段と、を備える対象物の3次元形状検証システム。

【請求項 2】

前記比較手段による比較の結果、前記生成された3次元データが前記基準データに対して所定の要件を満たさない場合、前記キャリブレーション手段が再キャリブレーションを行い、
再キャリブレーション後に撮影された画像データに基づいて生成された前記対象物の3次元データと前記基準データとを、前記比較手段が再度比較したときも、前記所定の要件を満たさない場合は、前記出力手段が所定の警報を示す情報を出力することを特徴とする請求項1記載の対象物の3次元形状検証システム。

【請求項 3】

前記キャリブレーション手段は、前記再キャリブレーションを行うときは、前記2以上の基準点間の相対的な位置関係が前回キャリブレーションのときから変位しているか否かの判定を行うことを特徴とする請求項2記載の対象物の3次元形状検証システム。

【請求項 4】

前記生成手段により生成された3次元データを、次回以降の撮影により生成される3次元データに対する基準データとして利用するために、前記記憶部に格納する手段をさらに備える請求項1～3のいずれかに記載の対象物の3次元形状検証システム。

【請求項 5】

前記撮影対象物は工業製品であり、
前記基準データは前記工業製品の特徴点に関する製品データであり、
前記比較手段は、前記3次元データに基づいて前記対象物である工業製品の前記特徴点を抽出して、前記製品データと比較することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の対象物の3次元形状検証システム。

【請求項 6】

複数のカメラと、前記複数のカメラの各々とそれぞれ所定の位置関係を持って備えられる複数のトータルステーション（以下、TSという）を備えた計測装置と接続される対象物の3次元形状検証装置であって、
2以上の基準点を各TSで計測したデータを取得し、各カメラの撮影位置を決定するキャリブレーション手段と、
前記複数のカメラが実質的に同時に所定の対象物を撮影した画像データをそれぞれ取得する手段と、
前記取得した画像データおよび前記キャリブレーション手段により決定された各カメラの撮影位置に基づいて、前記対象物の3次元データを生成する手段と、
前記撮影対象物に関する基準データを記憶する記憶部と、
前記生成された3次元データと前記記憶部に記憶された基準データとを比較する比較手

段と、

前記比較手段による比較結果に応じた出力を行う手段と、を備える対象物の3次元形状検証装置。

【請求項7】

複数のカメラと、前記複数のカメラの各々とそれぞれ所定の位置関係を持って備えられる複数のトータルステーション（以下、TSという）を備えた計測装置を用いて対象物の3次元形状を検証する方法であって、

2以上の基準点を各TSで計測したデータを取得し、各カメラの撮影位置を決定するキャリブレーションステップと、

前記複数のカメラが実質的に同時に所定の対象物を撮影した画像データをそれぞれ取得するステップと、 10

前記取得した画像データおよび前記キャリブレーションにより決定された各カメラの撮影位置に基づいて、前記対象物の3次元データを生成するステップと、

前記生成された3次元データと前記撮影対象物に関する基準データとを比較するステップと、

前記比較結果に応じた出力を行うステップと、を行う方法。

【請求項8】

複数のカメラと、前記複数のカメラの各々とそれぞれ所定の位置関係を持って備えられる複数のトータルステーション（以下、TSという）を備えた計測装置を用いた対象物の3次元形状の検証のためのコンピュータプログラムであって、 20

コンピュータに実行されると、

2以上の基準点を各TSで計測したデータを取得し、各カメラの撮影位置を決定するキャリブレーションステップと、

前記複数のカメラが実質的に同時に所定の対象物を撮影した画像データをそれぞれ取得するステップと、

前記取得した画像データおよび前記キャリブレーションにより決定された各カメラの撮影位置に基づいて、前記対象物の3次元データを生成するステップと、

前記生成された3次元データと前記撮影対象物に関する基準データとを比較するステップと、

前記比較結果に応じた出力を行うステップと、が行われるためのコンピュータプログラム。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、3次元計測技術に関し、特にカメラ一体型トータルステーションを用いた3次元計測技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、3次元形状の計測装置として、カメラ一体型トータルステーションが知られている（例えば、特許文献1）。このカメラ一体型トータルステーションを用いれば、撮影対象物の3次元形状を容易に計測可能である。 40

【特許文献1】特開2005-91298号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来は、1台のカメラ一体型トータルステーションを用いて計測を行っているので、カメラ一体型トータルステーションの移動、セッティング及びキャリブレーションを繰り返す必要がある。これは、複数の計測領域からなる広い現場を移動しながら測量する場合は、それほど問題とならないが、一カ所にとどまって比較的狭い領域の計測をする場合には、移動、セッティング及びキャリブレーションを繰り返さなければならず、面倒で 50

あった。

【0004】

また、一カ所にとどまって計測を繰り返す場合、計測の対象物自体が入れ替わったり、対象物の3次元形状が変化したりする場合もある。

【0005】

そこで、本発明の目的は、カメラ一体型のトータルステーションを用いて、対象物の3次元形状の監視あるいは検査を行うことである。

【0006】

本発明の別の目的は、カメラ一体型のトータルステーションを用いて、時間の経過による対象物の3次元形状の変化を検出することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一実施態様に従う対象物の3次元形状検証システムは、複数のカメラと、前記複数のカメラの各々とそれぞれ所定の位置関係を持って備えられる複数のトータルステーション（以下、TSという）と、2以上の基準点を各TSで計測したデータに基づいて、各カメラの撮影位置を決定するキャリブレーション手段と、前記複数のカメラが実質的に同時に所定の対象物を撮影した画像データをそれぞれ取得する手段と、前記取得した画像データおよび前記キャリブレーション手段により決定された各カメラの撮影位置に基づいて、前記対象物の3次元データを生成する手段と、前記撮影対象物に関する基準データを記憶する記憶部と、前記生成された3次元データと前記記憶部に記憶された基準データとを比較する比較手段と、前記比較手段による比較結果に応じた出力を行う手段と、を備える。

20

【0008】

ここで、実質的に同時とは、厳密に同時である場合の他、近接した一定の時間内であることをいう。

【0009】

好適な実施形態では、前記比較手段による比較の結果、前記生成された3次元データが前記基準データに対して所定の要件を満たさない場合、前記キャリブレーション手段が再キャリブレーションを行い、再キャリブレーション後に撮影された画像データに基づいて生成された前記対象物の3次元データと前記基準データとを、前記比較手段が再度比較したときも、前記所定の要件を満たさない場合は、前記出力手段が所定の警報を示す情報を出力するようにしてもよい。

30

【0010】

好適な実施形態では、前記キャリブレーション手段は、前記再キャリブレーションを行うときは、前記2以上の基準点間の相対的な位置関係が前回キャリブレーションのときから変位しているか否かの判定を行うようにしてもよい。

【0011】

好適な実施形態では、前記生成手段により生成された3次元データを、次回以降の撮影により生成される3次元データに対する基準データとして利用するために、前記記憶部に格納する手段をさらに備えていてもよい。

40

【0012】

好適な実施形態では、前記撮影対象物は工業製品であり、前記基準データは前記工業製品の特徴点に関する製品データであってもよい。この場合、前記比較手段は、前記3次元データに基づいて前記対象物である工業製品の前記特徴点を抽出して、前記製品データと比較する。

【0013】

本発明の一実施態様に従う3次元形状検証装置は、複数のカメラと、前記複数のカメラの各々とそれぞれ所定の位置関係を持って備えられる複数のトータルステーション（以下、TSという）を備えた計測装置と接続される対象物の3次元形状検証装置である。そして、2以上の基準点を各TSで計測したデータを取得し、各カメラの撮影位置を決定する

50

キャリブレーション手段と、前記複数のカメラが実質的に同時に所定の対象物を撮影した画像データをそれぞれ取得する手段と、前記取得した画像データおよび前記キャリブレーション手段により決定された各カメラの撮影位置に基づいて、前記対象物の3次元データを生成する手段と、前記撮影対象物に関する基準データを記憶する記憶部と、前記生成された3次元データと前記記憶部に記憶された基準データとを比較する比較手段と、前記比較手段による比較結果に応じた出力を行う手段と、を備える。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の一実施形態に係る3次元形状の計測システムについて、図面を参照して説明する。

10

【0015】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る3次元形状の計測システムの全体構成を示す図である。

【0016】

本システムは、2台以上の計測装置1(1a、1b)と、入力装置5及び表示装置7に接続されたコントローラ3とを備え、撮影対象物9の3次元形状を計測する。図1では、計測装置1が2台の場合を示しているが、3台以上で構成することもできる。また、本実施形態では、時間の経過により撮影対象物9の3次元形状が変化した場合に、その変化を検出している。

【0017】

各計測装置1は、同一の構成を有している。そこで、まず、計測装置1の構成について説明する。

20

【0018】

計測装置1は、例えば、モータ駆動式のカメラ一体型のトータルステーションを用いることができる。すなわち、計測装置1は、デジタルスチルカメラ(以下、「カメラ」という)11(11a、11b)と、トータルステーション(以下、「TS」という)13(13a、13b)と、カメラ11及びTS13の向きを変えるためのモータ15(15a、15b)と、支持フレーム17(17a、17b)とを備えている。

【0019】

TS13は、測量対象点までの距離、及び水平角=0且つ鉛直角=0となる所定の基本方向に対する水平角及び鉛直角で表される方向を計測する計測装置である。TS13は、計測した距離、及び方向を示すデータ(以下、「TSデータ」という)を出力する。

30

【0020】

カメラ11は、TS13に対して一定の位置関係をもって固定されている。従って、カメラ11及びTS13は、一体となって支持フレーム17に対して方向を変更している。このため、カメラ11の撮影方向を変更すると、TS13が出力するTSデータにより、カメラの撮影位置および基本方向に対する撮影方向を求めることができる。

【0021】

カメラ11及びTS13の方向の変更は、モータ15を駆動することにより行われる。モータ15は、後述するようにコントローラ3によって駆動される。なお、計測装置1にモータ15が搭載されていない場合は、作業者が手動でカメラ11及びTS13の方向を変更させてもよい。

40

【0022】

コントローラ3は、各計測装置1a、1bのカメラ11a、11bが撮影した画像のデータと、TS13a、13bによる計測結果であるTSデータを取得して、これらに基づいて所定の画像処理を行って、撮影対象物9の3次元形状の計測し、その形状変化を検出する。

【0023】

本システムで撮影対象物9の3次元形状の計測、及びその形状変化を検出するには、まず、撮影対象物9が見える任意の位置に計測装置1a、1bをそれぞれ設置する。計測装

50

置 1 a、1 b が設置された位置が、それぞれ撮影位置となる。さらに、この撮影位置から見える 2 以上の基準点 A、B を予め定めておく。

【0024】

図 2 は、コントローラ 3 の詳細な機能構成を示す図である。

【0025】

コントローラ 3 は、例えば汎用的なコンピュータシステムにより構成され、以下に説明するコントローラ 3 内の個々の構成要素または機能は、例えば、コンピュータプログラムを実行することにより実現される。

【0026】

まず、コントローラ 3 は、カメラ 1 1 及び T S 1 3 の方向を制御する姿勢制御部 3 1 1 と、撮影対象物を複数に分割して撮影するとき、分割撮影領域を設定する分割設定部 3 1 2 と、設定された分割撮影領域を示す情報を記憶する分割定義記憶部 3 1 3 とを備える。

【0027】

姿勢制御部 3 1 1 は、モータ 1 5 を駆動して、一体となっているカメラ 1 1 及び T S 1 3 の方向を制御する。例えば、姿勢制御部 3 1 1 は、後述するように、入力装置 5 からの入力に基づいてモータ 1 5 を制御したり、分割定義記憶部 3 1 3 に記憶されている分割定義情報に従ってカメラ 1 1 が所定の方向へ向くようにモータ 1 5 を制御したりする。

【0028】

分割設定部 3 1 2 は、撮影対象物 9 を複数に分割して撮影する場合、以下に説明する設定画面を利用して分割撮影領域を設定する。

【0029】

図 3 は分割撮影領域を示す図であり、図 4 は分割撮影領域の設定画面の一例を示す図である。

【0030】

例えば、図 3 に示すように、撮影対象物 9 がカメラ 1 1 の撮影範囲よりも大きくて、1 回で全体を撮影できない場合に、複数の分割撮影領域 9 1 ~ 9 6 を設定する。そして、後述するように、各分割撮影領域 9 1 ~ 9 6 の画像データに基づいて、撮影対象物 9 の全体の 3 次元データを得る。

【0031】

図 4 に示す設定画面 1 0 0 は、作業者が、カメラ 1 a、1 b の画像を参照しながら、分割撮影領域を設定するための画面である。この画面 1 0 0 が表示装置 7 に表示されると、入力装置 5 の操作により、作業者からの指示を受け付ける。

【0032】

設定画面 1 0 0 は、カメラ 1 a の画像を表示する領域 1 1 0 と、カメラ 1 b の画像を表示する領域 1 2 0 と、カメラ 1 1 a、1 1 b の方向を変化させる方向指示キー 1 1 5、1 2 5 が設けられている。ここで、例えば、領域 1 1 0 の画像が後述するステレオ処理を行うときの基準画像、領域 1 2 0 の画像が参照画像となる。作業者が入力装置 5 で方向指示キー 1 1 5、1 2 5 を操作すると、姿勢制御部 3 1 1 の制御によりカメラ 1 a、1 b の方向が変わる。ここで、基準画像となるカメラ 1 a の方向を変えると参照画像となるカメラ 1 b の方向が連動して変わるようにしてもよい。分割撮影領域設定ボタン 1 3 0 が押されると、そのときのカメラ 1 1 a、1 1 b の方向を示す T S データを T S 1 3 a、1 3 b から取得し、ここで取得したカメラ 1 1 a、1 1 b の方向を示すデータが分割撮影領域定義情報として分割定義記憶部 3 1 3 に格納される。

【0033】

再び図 2 を参照すると、コントローラ 3 は、さらに、撮影対象物 9 の画像処理を行うために、以下の構成を備えている。すなわち、コントローラ 3 は、計測装置 1 a、1 b の位置関係を求めるキャリブレーションを行うキャリブレーション処理部 3 3 1 と、キャリブレーションにより求めた計測装置 1 a、1 b の撮影位置を記憶する撮影位置記憶部 3 3 2 と、カメラ 1 1 a、1 1 b で撮影された画像データを記憶する画像データ記憶部 3 3 3 と

10

20

30

40

50

、カメラ 11 a , 11 b が撮影した画像データのステレオ処理を行うステレオ処理部 334 と、ステレオ処理により算出された撮影対象物 9 の 3 次元データを記憶する 3 次元データ記憶部 335 と、計測した 3 次元データに基づいて撮影対象物 9 の形状変化を抽出する形状変化検出部 336 と、表示装置 7 に撮影画像及び 3 次元画像等を表示するための表示制御部 337 と、警報出力部 340 とを備える。

【0034】

キャリブレーション処理部 331 は、TS 13 a , 13 b がそれぞれ基準点 A , B を計測したときの TS データを取得し、各計測装置 1 a , 1 b が設置されている撮影位置同士の位置関係を求める。そして、それぞれの撮影位置を、この撮影現場における 3 次元のローカル座標を求め、撮影位置データとして撮影位置記憶部 332 に格納する。

10

【0035】

ステレオ処理部 334 は、撮影位置記憶部 332 に記憶されている撮影位置データと、カメラ 11 a 及び 11 b が実質的に同時に撮影した撮影対象物 9 の 2 枚の画像データに基づいてステレオ処理を行う。そして、このステレオ処理により得られた撮影対象物 9 の距離画像に基づいて、撮影対象物 9 の 3 次元データを得て、3 次元データ記憶部 335 に格納する。撮影対象物 9 が分割撮影されている場合は、それぞれ対応する画像データについてステレオ処理を行って、分割撮影された領域ごとに 3 次元データを得て、これらを結合して撮影対象物 9 全体の 3 次元データを得る。

【0036】

形状変化検出部 336 は、基準となる撮影対象物 9 の 3 次元データ（基準データ）と、対象となる撮影対象物 9 の 3 次元データ（比較対象データ）とを比較して、撮影対象物 9 の形状変化を抽出する。例えば、基準データは、比較対象データとは異なる時刻に撮影された撮影対象物 9 のデータでよい。すなわち、本システムで、定期または不定期に撮影対象物の撮影を繰り返し、今回撮影した画像データに基づく 3 次元データを比較対象データとし、前回以前に撮影された画像データに基づく 3 次元データを基準データとしてもよい。基準データは、基準となる時刻に撮影された画像データに基づくものに固定してもよいし、直前に撮影された画像データでもよい。これにより、時間の経過とともに撮影対象物 9 の形状が変化したときは、これを検出できる。

20

【0037】

ところで、キャリブレーション実施後に、何らかの理由でカメラ 11 の位置がずれてしまう可能性がある。このような場合には、このずれた状態のカメラ 11 で撮影した画像データを用いてステレオ処理しても、撮影対象物 9 の正しい 3 次元データが得られない。従って、撮影対象物 9 の形状が変化したときその他、このような位置ずれが生じたときにも、実際には形状変化がなくても、形状変化検出部 336 は形状変化を検出してしまう。そこで、このような誤検出を防止するため、形状変化の検出後に再キャリブレーションを行う。このとき、形状変化検出部 336 は、図示しない再キャリブレーションフラグを有しており、再キャリブレーション開始時にこのフラグを設定する。再キャリブレーションは、キャリブレーション処理部 331 が前回のキャリブレーション時に使用した基準点 A , B の位置を記憶しておき、これに基づいて姿勢制御部 311 がカメラの方向を制御して、自動で行うようにしてもよい。

30

40

【0038】

形状変化検出部 336 は、再キャリブレーション後に撮影した画像データに基づいて生成された 3 次元データを比較対象データとして、再び基準データとの比較を行う。この時点（再キャリブレーションフラグが設定済み）で、再び撮影対象物 9 の形状変化が検出されれば、真に撮影対象物 9 の形状が変化したものとして、警報出力部 340 が所定の警報を出力する。

【0039】

なお、再キャリブレーション時に、キャリブレーション処理部 331 は、基準点 A , B を TS 13 で計測したときに、基準点 A , B 間の相対的な位置関係（距離）が変化したか否かを判定する。そして、基準点 A , B 間の相対的な位置関係（距離）が変化した場合に

50

は、警報出力部 3 4 0 が所定の警報を出力する。これは、基準点 A , B の一方または双方の位置がずれてしまえば、本システムではこれ以上計測を続行することは不可能となるので、これを検出するためである。

【 0 0 4 0 】

次に、上記のような構成ないしは機能を備える本実施形態に係るシステムでの処理手順について、説明する。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、本システムで撮影対象物 9 の計測及び形状変化検出処理をするための前処理に関するフローチャートである。

【 0 0 4 2 】

まず、作業者が撮影位置に計測装置 1 a , 1 b を設置した後、TS 1 3 a , 1 3 b で基準点 A , B を計測した TS データに基づき、キャリブレーション処理部 3 3 1 がキャリブレーションを実施する (S 1)。これにより、撮影現場におけるカメラ 1 1 a , 1 1 b の撮影位置が特定される。次に、図 4 に示した設定画面 1 0 0 を用いて、分割設定部 3 1 2 が分割撮影領域を設定する (S 2)。これにより定まった分割撮影領域の定義情報として、各分割撮影領域撮影時のカメラ 1 1 a , 1 1 b の方向を TS 1 3 a , 1 3 b から取得して、分割定義記憶部 3 1 3 に格納する。そして、前処理の最後として、形状変化の有無を判定するための基準データを 3 次元データ記憶部 3 3 5 に格納する (S 3)。つまり、カメラ 1 1 a , 1 1 b で撮影対象物 9 を撮影し、この画像データをステレオ処理部 3 3 4 でステレオ処理して 3 次元データを生成する。

10

20

【 0 0 4 3 】

図 6 は、上記前処理が終わった後に行う、撮影対象物の計測及び形状変化検出処理のフローチャートである。この形状変化検出処理は、一定周期で行ってもよいし、不定期 (例えば任意のタイミング)に行ってもよい。

【 0 0 4 4 】

まず、姿勢制御部 3 1 1 が分割定義記憶部 3 1 3 から分割撮影領域の定義情報を取得して、カメラ 1 1 a , 1 1 b の方向を制御する (S 1 1)。そして、カメラ 1 1 a 及び 1 1 b が実質的に同時に撮影対象物 9 を撮影する (S 1 2)。上記撮影を、すべての分割撮影領域について行う (S 3)。

【 0 0 4 5 】

全分割撮影領域の撮影が終了すると、撮影位置情報に基づいて、ステレオ処理部 3 3 4 がカメラ 1 1 a 及び 1 1 b の対応する画像データを用いてステレオ処理を行う。このステレオ処理を全分割撮影領域について行い、撮影対象物 9 全体の 3 次元データを生成する (S 1 4)。

30

【 0 0 4 6 】

形状変化検出部 3 3 6 は、ここで生成された 3 次元データを、前処理で既に生成されている基準データと比較して、撮影対象物 9 の形状の変化を検出する (S 1 5)。そして、形状変化がない場合は (S 1 6 : N o)、再キャリブレーションが実行されたか否かを示す再キャリブレーションフラグをクリアして、処理を終了する (S 1 9)。

【 0 0 4 7 】

一方、撮影対象物 9 の形状変化が検出された場合は (S 1 6 : Y e s)、再キャリブレーションフラグが設定されているか否かを判定する (S 1 7)。再キャリブレーションフラグが設定済みであれば (S 1 7 : Y e s)、検出された形状変化は、カメラ 1 1 a , 1 1 b の位置ずれの影響ではない。つまり、撮影対象物 9 の形状が変化したものであるので、警報出力部 3 4 0 が警報を出力して処理を終了する (S 1 8)。

40

【 0 0 4 8 】

ここで、警報の態様としては、あらゆるものが可能であり、例えば、表示装置 7 にエラーメッセージを出力したり、所定のメールアドレスへメールを送信したり、所定の電話番号へ電話をかけたりにしてもよい。

【 0 0 4 9 】

50

また、ステップ S 1 7 で再キャリブレーションフラグがセットされていない場合は (S 1 7 : N o)、このフラグを設定して、キャリブレーション処理部 3 3 1 へ指示して再キャリブレーションを実行させる (S 2 1)。この再キャリブレーションにより、キャリブレーション処理部 3 3 1 が基準点 A、B 間の相対距離の変化を検出すると、基準点の位置ずれとして、ステップ S 1 8 へ遷移する (S 2 2 : Y e s)。基準点の位置ずれが検出されなければ (S 2 2 : N o)、ステップ S 1 1 へ戻って処理を続行する。

【 0 0 5 0 】

これにより、撮影対象物 9 の 3 次元形状の変化を検出することができる。なお、本実施形態の撮影対象物 9 の好適な例の一つとして、切り立った崖などの地形が挙げられる。本システムで崖の形状を継続的に計測して、その形状変化を検出することにより、崖崩れそのもの、あるいはその前兆となる微妙な崖の形状変化を検出可能である。

10

【 0 0 5 1 】

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。本実施形態に関する以下の説明では、第 1 の実施形態と異なる構成を中心に説明し、第 1 の実施形態と同一の構成については同一の符号を付して説明を省略することがある。

【 0 0 5 2 】

本実施形態のシステムでは、撮影対象物が所定の形状であるか否かを検査し、所定の形状でないものを検出ようになっていく。従って、本実施形態のシステムに好適な撮影対象物は、例えば工業製品である。つまり、本システムにより、工業製品が所定の規格通りにできあがっているか否かを容易に検査できる。

20

【 0 0 5 3 】

本システムの全体構成は、図 1 に示す第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 5 4 】

図 6 に本実施形態に係るコントローラ 3 0 の機能構成を示す。

【 0 0 5 5 】

コントローラ 3 0 も、第 1 の実施形態のコントローラ 3 と同様に、例えば汎用的なコンピュータシステムにより構成され、個々の構成要素または機能は、例えば、コンピュータプログラムを実行することにより実現される。

【 0 0 5 6 】

コントローラ 3 0 は、撮影対象物 9 である製品の規格を示す製品データの記憶部 3 4 2 と、この製品データと本システムが計測した撮影対象物 9 の 3 次元データとを比較し、撮影対象物 9 である製品が規格通りになっているか否かを判定する製品検査部 3 4 1 とを備える。

30

【 0 0 5 7 】

製品データ記憶部 3 4 2 に記憶される製品データは、製品の外見上の特徴を示すデータである。例えば、製品全体の寸法、所定の特徴点間の位置関係などでよい。さらに具体的には、外見上わかる突起、孔などの特徴点同士の位置関係 (たとえば距離) であってもよい。

【 0 0 5 8 】

製品検査部 3 4 1 は、3次元データ記憶部 3 3 5 に格納されている3次元データを解析し、上述の製品データと比較するための情報を抽出する。例えば、製品検査部 3 4 1 は、撮影対象物 9 の寸法を算出したり、所定の突起、孔などの特徴点の位置関係を抽出したりする。そして、3次元データから抽出した特徴情報と製品データとを比較して、一致するか否かを判定する。

40

【 0 0 5 9 】

一致しない場合は、第 1 の実施形態と同様に再キャリブレーションを行ったのち、改めて比較することにより、カメラ 1 1 の位置ずれによる影響を取り除くことができる。

【 0 0 6 0 】

本システムでは、カメラ 1 1 の撮影範囲に置かれる撮影対象物を次々と取り替えて処理することにより、連続的に製品検査を行うことができる。このとき、撮影対象物の抽出さ

50

れるべき特徴点がカメラ 11 に対して向けられた状態で設置される必要がある。しかしながら、設置されるときは、カメラ 11 で撮影可能な領域内であればよいし、向きは特徴点が撮影可能であればよく、それらの厳密性は要求されない。

【0061】

上述した本発明の実施形態は、本発明の説明のための例示であり、本発明の範囲をそれらの実施形態にのみ限定する趣旨ではない。当業者は、本発明の要旨を逸脱することなしに、他の様々な態様で本発明を実施することができる。

【0062】

例えば、カメラ一体型のトータルステーションを 3 台以上用いてもよいし、キャリブレーションのための基準点を 3 点以上設けてもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る 3 次元形状の計測システムの全体構成を示す図である。

【図 2】コントローラ 3 の詳細な機能構成を示す図である。

【図 3】撮影対象物を分割して撮影するときの分割撮影領域を示す図である。

【図 4】分割撮影領域の設定画面の一例を示す図である。

【図 5】撮影対象物の計測及び形状変化検出の前処理に関するフローチャートである。

【図 6】撮影対象物の計測及び形状変化検出処理のフローチャートである。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態に係るコントローラ 30 の機能構成を示す図である。

20

【符号の説明】

【0064】

1 a , 1 b ... 計測装置、 3、 30 ... コントローラ、 5 ... 入力装置、 7 ... 表示装置、 9 ... 撮影対象物、 11 a , 11 b ... カメラ、 15 a , 15 b ... モータ、 17 a , 17 b ... 支持フレーム、 100 ... 分割領域設定画面、 311 ... 姿勢制御部、 331 ... キャリブレーション処理部、 334 ... ステレオ処理部、 335 ... 3次元データ記憶部、 336 ... 形状変化検出部。

【 図 1 】

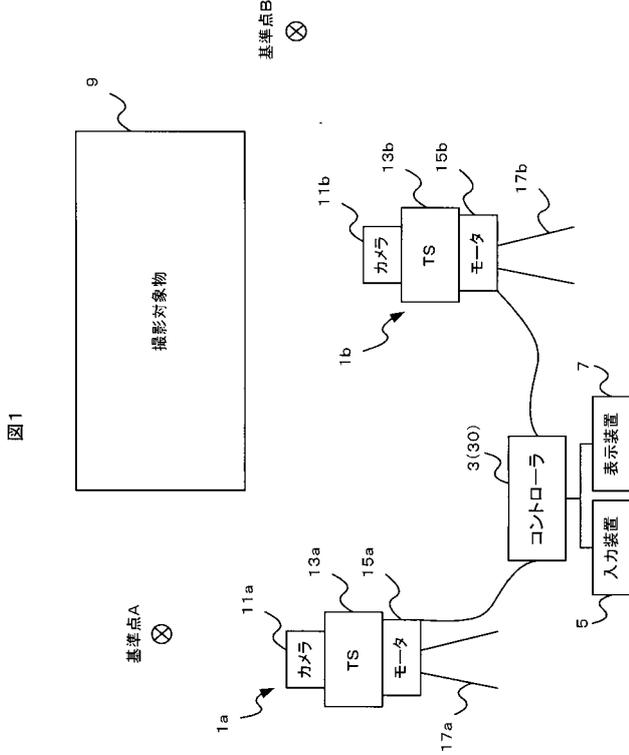


図1

【 図 2 】

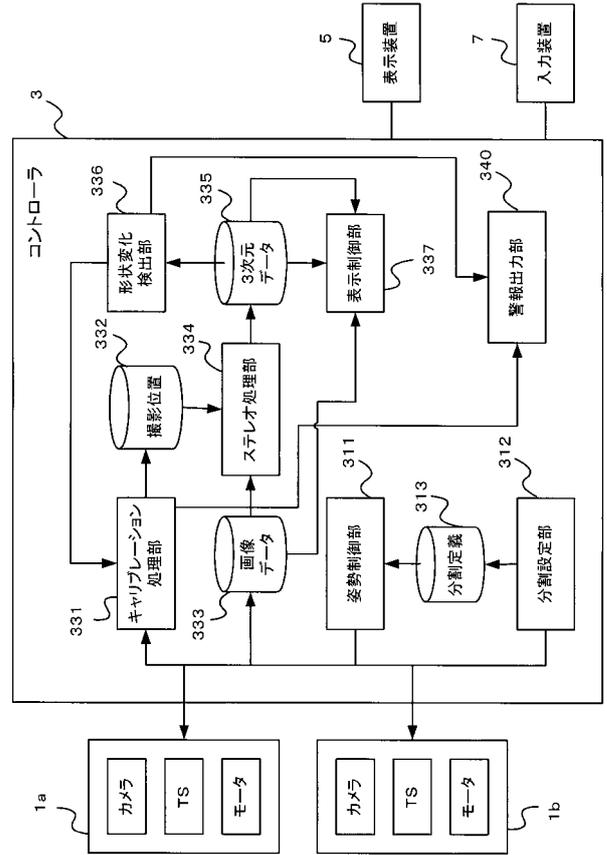


図2

【 図 3 】

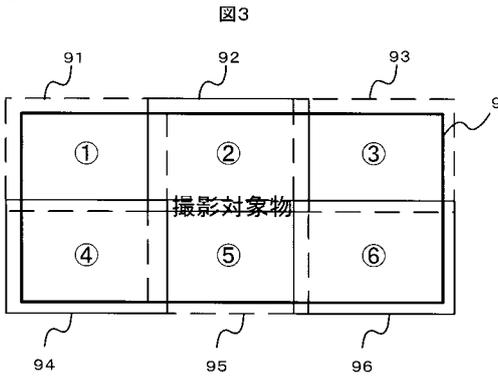


図3

【 図 5 】

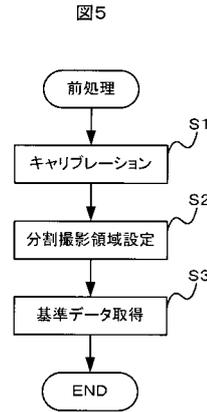


図5

【 図 4 】

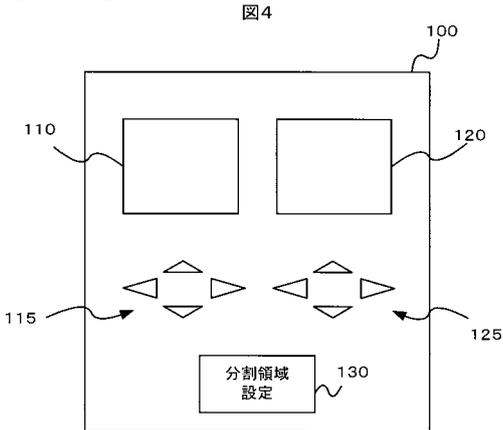
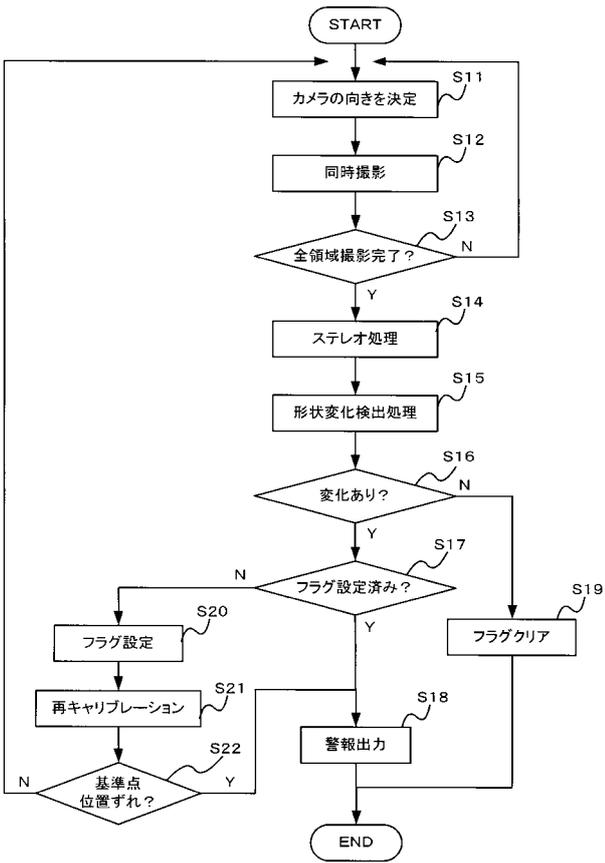


図4

【 図 6 】

図6



【 図 7 】

図7

