

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6869159号
(P6869159)

(45) 発行日 令和3年5月12日(2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月15日(2021.4.15)

(51) Int. Cl. F I
B 2 5 J 13/08 (2006.01) B 2 5 J 13/08 A
B 2 5 J 19/02 (2006.01) B 2 5 J 19/02

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2017-193415 (P2017-193415)	(73) 特許権者	000000262 株式会社ダイヘン
(22) 出願日	平成29年10月3日(2017.10.3)		大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
(65) 公開番号	特開2019-63954 (P2019-63954A)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(43) 公開日	平成31年4月25日(2019.4.25)	(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
審査請求日	令和2年5月20日(2020.5.20)	(74) 代理人	100117189 弁理士 江口 昭彦
		(74) 代理人	100134120 弁理士 内藤 和彦
		(74) 代理人	100108213 弁理士 阿部 豊隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロボット及び前記ロボットの動作を制御する制御装置を備えるロボットシステムであって、

前記ロボットは、

載置面に載置された対象物を撮像する撮像装置と、

対象物までの距離を測定するレーザセンサと、

前記撮像装置及び前記レーザセンサが取り付けられたアームと、

を備え、

前記制御装置は、

前記撮像装置の焦点が第1対象物に合っている際の前記撮像装置から前記第1対象物までの距離が、基準距離として記憶される記憶部と、

前記撮像装置の視野内に存在する第2対象物を含む第1画像に基づき、前記第2対象物までの距離を測定可能な領域に前記レーザセンサが位置するように前記アームを配置させ、前記撮像装置から前記第2対象物までの距離が前記基準距離と一致するように前記アームを前記載置面と交差する方向に移動させる動作制御部と、

前記レーザセンサによって測定される距離情報に基づいて、前記第2対象物の複数の特徴点を検出する検出部と、

前記アームの座標系における前記複数の特徴点の座標と、移動した前記撮像装置によって撮像された第2画像の座標とを対応付ける較正部と、

を備える、ロボットシステム。

【請求項 2】

前記複数の特徴点は、前記第 2 対象物の輪郭上に存在する、請求項 1 に記載のロボットシステム。

【請求項 3】

前記撮像装置と前記レーザセンサは、別体である、請求項 1 又は 2 に記載のロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットシステム、キャリブレーション方法及びキャリブレーションプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、ロボットのマニピュレータの先端に撮像装置が取り付けられ、この撮像装置から得られる情報に基づいてマニピュレータの動作が制御される、いわゆるオンハンド方式のロボットシステムが開発されている。このようなロボットシステムでは、例えばロボットに対象物の把持等の動作を行わせる場合、撮像装置によってロボットの作業領域を撮像し、得られた画像から対象物を検出し、検出された対象物の位置を算出することにより、当該把持等の動作を高精度に制御することができる。

【0003】

このようなロボットシステムにおいて、撮像装置から得られる情報をロボットの動作に反映させるためには、撮像装置によって取得される画像上のピクセル座標と、ロボットが作業する作業空間上の空間座標とが予め対応付けられている必要がある。このように、異なる座標の対応付けを行う処理をキャリブレーションと呼ぶ。

【0004】

キャリブレーションの手法として、例えば下記特許文献 1 では、ロボットのアームを作業空間内において複数の位置に配置させつつ、アームに取り付けられた撮像装置によってマーカを複数回撮像することによって、得られた画像に含まれるマーカのピクセル座標と、撮像された際のロボットの空間座標との対応付けを行う方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2016 - 120567 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述の手法によってキャリブレーションが一度完了しても、例えば対象物の種類が変更されることにより、撮像装置と対象物との相対的な位置関係が変化すると、撮像装置が備えるレンズの焦点が対象物に合わなくなり、対象物を高い精度で撮像することができなくなってしまう。従って、作業者は、対象物に変更されるごとに撮像装置が備えるレンズのピントを調整し、キャリブレーションをやり直す必要があり、作業者の手間及び時間を要していた。

【0007】

そこで、本発明は、キャリブレーションに要する手間及び時間を削減することができるロボットシステム、キャリブレーション方法及びキャリブレーションプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様に係るロボットシステムは、ロボット及びロボットの動作を制御する制

10

20

30

40

50

御装置を備え、ロボットは、載置面に載置された対象物を撮像する撮像装置と、対象物までの距離を測定するレーザセンサと、撮像装置及びレーザセンサが取り付けられたアームと、を備え、制御装置は、撮像装置の焦点が第1対象物に合っている際の撮像装置から第1対象物までの距離が、基準距離として記憶される記憶部と、撮像装置の視野内に存在する第2対象物を含む第1画像に基づき、第2対象物までの距離を測定可能な領域にレーザセンサが位置するようにアームを配置させ、撮像装置から第2対象物までの距離が基準距離と一致するようにアームを載置面と交差する方向に移動させる動作制御部と、レーザセンサによって測定される距離情報に基づいて、第2対象物の複数の特徴点を検出する検出部と、アームの座標系における複数の特徴点の座標と、移動した撮像装置によって撮像された第2画像の座標とを対応付ける較正部と、を備える。

10

【0009】

この態様によれば、撮像装置の焦点が第1対象物に合っている際の撮像装置から第1対象物までの距離が、基準距離として記憶部に記憶される。これにより、対象物の種類の変更などにより撮像装置と対象物との相対的な位置関係が変化する場合であっても、レーザセンサを用いて、撮像装置から第2対象物までの距離が当該基準距離と一致するように、撮像装置を自動的に移動させることができる。従って、作業者が撮像装置の焦点合わせをやり直す必要がなく、キャリブレーションに要する手間及び時間を削減することができる。

【0010】

上記態様において、複数の特徴点は、第2対象物の輪郭上に存在していてもよい。

20

【0011】

この態様によれば、レーザセンサを用いて第2対象物の特徴点を検出することができる。従って、撮像装置から得られる画像に画像処理を施して特徴点を検出する場合に比べて特徴点の検出精度が向上し、結果としてキャリブレーションの精度を向上させることができる。また、画像処理を施す場合に比べて、特徴点の検出に要する時間を削減することができる。

【0012】

上記態様において、撮像装置とレーザセンサは、別体であってもよい。

【0013】

この態様によれば、レーザセンサによって距離が測定されるため、例えば測距機能を兼ねた撮像装置によって距離が測定される構成に比べて、測距の精度が高くなる。従って、撮像装置の焦点合わせや第2対象物の特徴点の検出を高い精度で行うことができる。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、キャリブレーションに要する手間及び時間を削減することができるロボットシステム、キャリブレーション方法及びキャリブレーションプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施形態に係るロボットシステムの構成例を示す図である。

40

【図2】本発明の一実施形態に係るロボットシステムにおけるキャリブレーションの手順を示すフローチャートである。

【図3A】本発明の一実施形態に係るロボットシステムにおけるキャリブレーションの手順を説明するための説明図である。

【図3B】本発明の一実施形態に係るロボットシステムにおけるキャリブレーションの手順を説明するための説明図である。

【図3C】本発明の一実施形態に係るロボットシステムにおけるキャリブレーションの手順を説明するための説明図である。

【図3D】本発明の一実施形態に係るロボットシステムにおけるキャリブレーションの手順を説明するための説明図である。

50

【図3E】本発明の一実施形態に係るロボットシステムにおけるキャリブレーションの手順を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

添付図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。なお、各図において、同一の符号を付したものは、同一又は同様の構成を有する。

【0017】

図1は、本発明の一実施形態に係るロボットシステムの構成例を示す図である。図1に示されるロボットシステム1は、ロボットが、作業台の上に載置されたワーク（対象物）に対して所定の作業を行うように制御されたシステムである。具体的に、ロボットシステム1は、例えば各種の作業を行うロボット10と、ロボット10の動作を制御する制御装置20とを備える。図1に示されるように、ロボット10の動作が及び得る作業領域には、作業台30と、当該作業台30上の載置面31に載置されたワーク40が配置されている。なお、作業台30及びワーク40は、ロボットシステム1に含まれてもよいし、含まれなくてもよい。

10

【0018】

ロボット10は、例えばロボット10の本体部を構成するマニピュレータ11と、当該マニピュレータ11に取り付けられた視覚センサ12及びレーザセンサ13とを備える。ロボット10は、空間座標（図1においてはXYZ座標）によって表される作業空間内において動作する。

20

【0019】

マニピュレータ11は、フロア等に設置されるベース14と、複数の関節を有するアーム15とを備える。複数の関節にはサーボモーター等が取り付けられており、このサーボモーターを駆動制御することにより、アーム15の多関節動作が実現される。当該関節の数によってアーム15の可動範囲が変化するが、本実施形態では、例えば6軸の多関節構造であるものとする。アーム15の先端16（すなわち、マニピュレータ11の先端）には、所定の作業を行うためのエンドエフェクタ（不図示）が取り付けられる。当該エンドエフェクタを交換することにより、ロボット10は様々な作業に対応することができる。エンドエフェクタの具体例としては、例えば多指ハンド、グリッパ、溶接トーチ、塗装ガン、ねじ締め機等が挙げられる。

30

【0020】

視覚センサ12（撮像装置）は、アーム15の先端16に取り付けられ、アーム15の移動と同期して移動しながら撮像を行う。視覚センサ12は、撮像装置の一具体例であり、例えば、撮像素子及びレンズを含むカメラである。図1において、視覚センサ12のレンズの光軸はZ軸に沿うように配置され、視覚センサ12の視野範囲はXY平面に広がっている。視覚センサ12によって撮像された画像は、例えばケーブル等（不図示）を介して制御装置20に出力され、当該制御装置20において処理される。

【0021】

ロボット10は、視覚センサ12から得られる情報に基づいて動作が制御される、いわゆるオンハンド方式のロボットである。ロボットシステム1が例えばワーク40の把持動作に用いられる場合、視覚センサ12によって作業台30の載置面31に載置されたワーク40が撮像され、得られた画像からワーク40が検出される。これにより、載置面31におけるワーク40の位置及び姿勢、並びにワーク40のXY平面の平面視における形状が算出される。従って、ロボット10は、視覚センサ12を備えることによって、例えばワーク40を高精度に把持することができる。

40

【0022】

なお、視覚センサ12から得られる情報をロボット10の動作に反映させる際には、制御装置20において、視覚センサ12によって取得された画像上のピクセル座標と、ロボットが作業する作業空間を表す空間座標とが対応付けられている必要がある。このように異なる座標系の対応付けを行う処理をキャリブレーションと呼ぶ。本実施形態におけるキ

50

ャリブレーションの手法については、後に詳しく述べる。

【0023】

レーザセンサ13は、視覚センサ12とともにアーム15の先端16に取り付けられ、アーム15及び視覚センサ12の移動と同期して移動する。レーザセンサ13は、距離センサの一具体例であり、例えば三角測定式又は時間計測式のレーザセンサや、受光量判別式のレーザセンサを含む。具体的には、レーザセンサ13は照射部及び受光部（不図示）を有し、対象物に対して照射部からレーザを照射し、対象物において反射されたレーザを受光部において受光することによって、当該対象物までの距離を測定する。本実施形態において、レーザセンサ13は、例えばワーク40や載置面31までの距離の測定に用いられる。レーザセンサ13によって得られた距離の値は、例えばケーブル等（不図示）を介して制御装置20に出力されて記憶される。なお、レーザセンサ13が照射するレーザの具体的な構成は特に限定されず、例えば図1に示されるようにポイント状のレーザであってもよく、あるいはライン状のレーザであってもよい。

10

【0024】

なお、視覚センサ12及びレーザセンサ13が取り付けられる位置はアーム15の先端16に限られない。例えば、視覚センサ12及びレーザセンサ13は、アーム15の他の位置や、アーム15の先端16に取り付けられるエンドエフェクタ（不図示）に取り付けられてもよい。また、視覚センサ12及びレーザセンサ13は、ロボット10の一部としてロボット本体に組み込まれていてもよく、又はロボット10に外付けされていてもよい。また、本実施形態においては視覚センサ12とレーザセンサ13とが別体である構成が示されているが、当該構成の代わりに、撮像機能と測距機能が一体となった装置（例えば、測距機能を兼ねた撮像装置等）が用いられてもよい。

20

【0025】

制御装置20は、例えばコンピュータにより構成され、マニピュレータ11、視覚センサ12及びレーザセンサ13の動作を制御する。具体的に、制御装置20は、例えば制御部21及び記憶部22を備える。制御部21は、マニピュレータ制御部210、視覚センサ制御部211、レーザセンサ制御部212、検出部213及び較正部214を含む。

【0026】

マニピュレータ制御部210（動作制御部）は、ロボット10の各関節のサーボモーターの駆動を制御し、マニピュレータ11を作業空間において動作させる。また、ロボット10がエンドエフェクタを備える場合は、マニピュレータ制御部210がエンドエフェクタの動作を制御してもよい。

30

【0027】

視覚センサ制御部211は、視覚センサ12の撮像を制御して、画像を取得する。取得された画像は、マニピュレータ制御部210においてマニピュレータ11の駆動に用いられる。

【0028】

レーザセンサ制御部212は、レーザセンサ13にレーザの照射及び受光をさせて、レーザセンサ13から対象物（例えば、ワーク40や載置面31等）までの距離を取得する。

40

【0029】

検出部213は、レーザセンサ制御部212において取得された距離情報に基づき、ワーク40の特徴点（例えば、エッジ等）を検出する。

【0030】

較正部214は、ロボット10の空間座標系におけるワーク40の特徴点の座標と、視覚センサ12によって撮像された画像のピクセル座標とを対応付ける。

【0031】

記憶部22は、例えば視覚センサ12の焦点が後述するマーカに合っている際の、視覚センサ12からマーカまでの距離が基準距離として記憶される。

【0032】

50

これらの制御部 2 1 に含まれる各機能は、例えば、記憶部 2 2 に格納された所定のプログラムをプロセッサが実行することにより実現される。なお、制御装置 2 0 の機能は、これに限定されることなく、必要に応じて任意の機能が適宜追加されていてもよい。また、図 1 においては、制御部 2 1 に含まれる各機能が 1 つの制御装置 2 0 において実現される構成が示されているが、当該各機能は複数の装置に分散されて実現されてもよい。

【 0 0 3 3 】

ワーク 4 0 (第 2 対象物)は、作業台 3 0 の載置面 3 1 の上に載置されている。ワーク 4 0 の形状は特に限定されないが、本実施形態においては、ワーク 4 0 は複数の面を有する直方体を成す。ワーク 4 0 は、載置面 3 1 と対向する上面 4 1 を有し、この上面 4 1 の周囲に輪郭(エッジ)を有する。

【 0 0 3 4 】

次に、図 2 及び図 3 A ~ 図 3 E を参照しつつ、上述のロボットシステム 1 においてマニピュレータ 1 1 と視覚センサ 1 2 のキャリブレーションを行う方法を説明する。ここで、図 2 は、本発明の一実施形態に係るロボットシステムにおけるキャリブレーションの手順を示すフローチャートであり、図 3 A ~ 図 3 E は、本発明の一実施形態に係るロボットシステムにおけるキャリブレーションの手順を説明するための説明図である。なお、図 3 E は、視覚センサ 1 2 の視野範囲画面を示している。また、図 2 に示されるフローチャートは、制御装置 2 0 の記憶部 2 2 に、マニピュレータ 1 1 の所定の位置(例えば、先端 1 6)に対する視覚センサ 1 2 及びレーザセンサ 1 3 の相対的な位置関係が予め記憶された状態で開始する。

【 0 0 3 5 】

まず、ステップ S 1 0 において、視覚センサ制御部 2 1 1 は、視覚センサ 1 2 を用いて載置面 3 1 に載置されたマーカ 5 0 (第 1 対象物)を含む画像を取得する。当該画像に基づき、視覚センサ 1 2 の焦点をマーカ 5 0 に合わせる(図 3 A 参照)。この焦点合わせは、例えば、視覚センサ 1 2 の撮像画像が表示されるディスプレイ(不図示)を作業者が目視しつつ、当該視覚センサ 1 2 のレンズのピントを調整して行う。マーカ 5 0 は、例えば視覚センサ 1 2 の焦点を合わせるために適した模様や文字等が印字されたものを含む。なお、焦点合わせは、ピントの調整の代わりに、アーム 1 5 を Z 軸方向に移動させ、当該視覚センサ 1 2 からマーカ 5 0 までの距離を調整することにより行ってもよい。また、マーカ 5 0 は載置面 3 1 に載置される代わりに、載置面 3 1 に直接印字されていてもよく、また

【 0 0 3 6 】

次に、ステップ S 2 0 において、視覚センサ 1 2 の焦点がマーカ 5 0 に合っている際に、レーザセンサ制御部 2 1 2 は、レーザセンサ 1 3 を用いてマーカ 5 0 までの距離を測定する(図 3 A 参照)。レーザセンサ 1 3 と視覚センサ 1 2 との位置関係は記憶部 2 2 に記憶されている。従って、レーザセンサ 1 3 からマーカ 5 0 までの距離に基づいて、視覚センサ 1 2 (より具体的には、例えば視覚センサ 1 2 のレンズの先端)からマーカ 5 0 までの距離が算出される。当該算出された距離は、基準距離 W D として記憶部 2 2 に記憶される。なお、当該基準距離 W D は、視覚センサ 1 2 のワークディスタンスに相当する。

【 0 0 3 7 】

次に、ステップ S 3 0 において、視覚センサ 1 2 の視野内にワーク 4 0 が存在する際に、視覚センサ制御部 2 1 1 は、視覚センサ 1 2 を用いてワーク 4 0 が含まれた画像(第 1 画像)を取得する。マニピュレータ制御部 2 1 0 は、取得された画像に基づいて、載置面 3 1 におけるワーク 4 0 のおおよその位置を検出し、ワーク 4 0 の Z 軸上の領域にレーザセンサ 1 3 が位置するようにアーム 1 5 を X Y 平面方向に移動させる(図 3 B 参照)。なお、ワーク 4 0 の Z 軸上の領域とは、レーザセンサ 1 3 によってワーク 4 0 までの距離を測定可能な領域である。視覚センサ 1 2 の視野範囲は、レーザセンサ 1 3 の測定範囲(すなわち、レーザが照射される一点)より広い。従って、視覚センサ 1 2 を用いてワーク 4 0 のおおよその位置を検出することにより、ワーク 4 0 の位置をレーザセンサ 1 3 のみを用いて走査する場合に比べて、ワーク 4 0 の検出に要する時間を短縮することができる。

【 0 0 3 8 】

なお、ステップ S 3 0 では、必ずしも視覚センサ 1 2 の焦点がワーク 4 0 に合っている必要はなく、取得された画像からワーク 4 0 のおおよその位置が判別できればよい。この判別は、例えばテンプレートマッチング等によって行ってもよい。また、画像におけるワーク 4 0 の位置に応じてアーム 1 5 を移動させるプログラムは、予め記憶部 2 2 等に記憶されていてもよい。また、ステップ S 3 0 の開始時に、ワーク 4 0 の Z 軸上の領域にレーザセンサ 1 3 が予め位置している場合は、アーム 1 5 を移動させなくてもよい。

【 0 0 3 9 】

次に、ステップ S 4 0 において、レーザセンサ制御部 2 1 2 は、レーザセンサ 1 3 を用いてワーク 4 0 の上面 4 1 までの距離 h_1 を測定する。そして、マニピュレータ制御部 2 1 0 は、測定された距離 h_1 に基づいて算出される視覚センサ 1 2 からワーク 4 0 までの距離が基準距離 WD と一致するように、アーム 1 5 を載置面と交差する方向（図 3 C においては、Z 軸方向）に移動させる（図 3 C 参照）。具体的には、ワーク 4 0 の上面 4 1 までの距離 h_1 が基準距離 WD より長ければ、その差（ $= h_1 - WD$ ）分アームを Z 軸負方向に移動させ、当該距離 h_1 が基準距離 WD より短ければ、その差（ $= WD - h_1$ ）分アームを Z 軸正方向に移動させる。これにより、視覚センサ 1 2 からワーク 4 0 までの距離が、当該視覚センサ 1 2 のワークディスタンスと一致し、自動的にワーク 4 0 の上面 4 1 に焦点を合わせることができる。なお、図 3 C においては、ワーク 4 0 の上面 4 1 に焦点が合わせられる例が示されているが、ワーク 4 0 において焦点が合わせられる Z 軸方向の位置は必ずしも上面 4 1 に限られない。例えばワークの上面に凹凸がある場合や、上面が傾斜している場合は、ワークの上面と下面（すなわち、載置面 3 1 に接する面）との間のいずれかの位置に焦点が合わせられてもよい。

【 0 0 4 0 】

次に、ステップ S 5 0 において、検出部 2 1 3 は、レーザセンサ 1 3 によって測定される距離情報に基づき、ワーク 4 0 の複数の特徴点を検出する（図 3 D 参照）。具体的には、マニピュレータ制御部 2 1 0 及びレーザセンサ制御部 2 1 2 は、XY 平面に沿ってアーム 1 5 を移動させつつ、レーザセンサ 1 3 からワーク 4 0 に向かってレーザを照射させて、ワーク 4 0 の上面 4 1 を含むワーク 4 0 の周辺領域を走査させる。そして、レーザセンサ 1 3 からワーク 4 0 又は載置面 3 1 までの距離が急激に変化した（例えば、所定の閾値以上変化した）という距離情報に基づき、当該急激に変化した位置を、ワーク 4 0 のエッジ点 E とみなす。この走査を XY 平面において繰り返すことにより、ワーク 4 0 の輪郭上に存在する異なる複数のエッジ点を検出する。検出するエッジ点の数や位置は特に限定されないが、例えば図 3 E に示されるように、ワーク 4 0 の上面 4 1 を囲む 4 辺におけるそれぞれの中点（エッジ点 E 1 ~ E 4）であってもよい。これらの複数のエッジ点が検出された際のアーム 1 5 の位置座標（例えば、アーム 1 5 の先端 1 6 の XYZ 座標）を、記憶部 2 2 に記憶する。

【 0 0 4 1 】

最後に、ステップ S 6 0 において、較正部 2 1 4 は、ステップ S 5 0 において得られた複数のエッジ点 E 1 ~ E 4 が検出された際のアーム 1 5 の位置座標に基づいて、エッジ点 E 1 ~ E 4 の XYZ 座標系における少なくとも XY 座標 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 (X_3, Y_3) 、 (X_4, Y_4) を算出する（図 3 E 参照）。また、E 1 ~ E 4 の位置座標に基づいて、エッジ点 E 1, E 2 を結ぶ直線 L 1 と、エッジ点 E 3, E 4 を結ぶ直線 L 2 を算出し、この直線 L 1 と直線 L 2 の交点 E 5 の位置座標 (X_5, Y_5) を算出する（図 3 E 参照）。また、視覚センサ制御部 2 1 1 は、視覚センサ 1 2 を用いて所定の位置においてワーク 4 0 を含む画像（第 2 画像）を取得する。そして、較正部 2 1 4 は、複数のエッジ点 E 1 ~ E 4 及び交点 E 5 の位置座標（すなわち、空間座標）を視覚センサ 1 2 の視野範囲画面 6 0 に登録し、空間座標と画像におけるピクセル座標とを対応付ける。これにより、キャリブレーションが完了する。

【 0 0 4 2 】

なお、検出される特徴点の数は特に限定されないが、特徴点の数が多い方がキャリブレ

10

20

30

40

50

ーションの精度が向上する。また、上述の実施形態においては、ワークの特徴点としてワークのエッジが用いられているが、特徴点はエッジに限られない。

【0043】

以上の手順により、ロボットシステム1は以下の効果を奏する。すなわち、ロボットシステム1は、視覚センサ12のワークディスタンスが基準距離WDとして記憶部22に記憶されている。これにより、ワークの種類の変更や、載置面の高さの変更などにより、視覚センサ12とワーク40との相対的な位置関係が変化する場合であっても、レーザセンサ13を用いて、視覚センサ12からワーク40までの距離がワークディスタンスと一致するように、視覚センサ12を自動的に移動させることができる。従って、作業者は、視覚センサ12の焦点合わせやキャリブレーションをやり直す必要がない。ゆえに、本実施形態によると、キャリブレーションに要する手間及び時間を削減することができる。

10

【0044】

また、例えば特許文献1に開示される手法によると、ワークの特徴点の検出に際し、輪郭検出や濃淡検出等の画像処理技術を用いる必要がある。しかしながら、例えば溶接現場等の厳しい環境下においてロボットシステムを使用する場合には、高性能な視覚センサを用いることが適切ではなく、得られる画像の精度が不十分となり得る。また、仮に高性能な視覚センサを用いても、例えば溶接作業により明るさ等の外部環境が大きく変動する現場においては、得られる画像の明るさも変動し、画像処理の適用が困難となり得る。この場合、画像上のワークの検出が安定的になされず、結果としてキャリブレーションの精度が低下するおそれがある。この点、ロボットシステム1によると、ワーク40の特徴点の検出に際し、画像処理の代わりにレーザセンサ13によって得られる距離情報が用いられる。これにより、外部環境が大きく変動する現場であっても、高い精度でワーク40の特徴点を検出することができる。従って、画像処理を用いる方法に比べて、高性能な視覚センサを用いることなく、キャリブレーションの精度を向上させることができる。また、画像処理を用いる方法に比べて、特徴点の検出に要する時間を削減することができる。

20

【0045】

本実施形態においては、視覚センサ12とレーザセンサ13とが別体として設けられているが、当該構成の代わりに、例えば測距機能を兼ねた撮像装置によって距離が測定される構成であってもよい。なお、撮像装置に備えられた測距機能は、一般的に、外乱の影響を受けやすく、レーザセンサに比べて測距の精度が劣ってしまう。特に、上述のように溶接現場等においてロボットシステムを使用する場合には、外部環境の変動により測距の精度が不十分となり得る。この点、本実施形態では、レーザセンサ13が視覚センサ12とは別体として設けられているため、上述のような測距機能を兼ねた撮像装置が用いられる構成に比べて、高い精度で距離を測定することができる。従って、視覚センサ12の焦点合わせやワーク40の特徴点の検出を高い精度で行うことができる。

30

【0046】

さらに、ロボットシステム1では、レーザセンサ13より検出精度は低い視野が広い視覚センサ12と、視覚センサ12より測定範囲は狭いが測定精度が高いレーザセンサ13が併用される。これにより、レーザセンサ13のみを用いる方法に比べて高速にワーク40の位置を検出することができ、かつ視覚センサ12のみを用いる方法に比べて高精度にワーク40の特徴点を検出することができる。従って、高速かつ高精度にキャリブレーションを実行することができる。

40

【0047】

以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。実施形態が備える各要素並びにその配置、材料、条件、形状及びサイズ等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、異なる実施形態で示した構成同士を部分的に置換し又は組み合わせることが可能である。

【0048】

例えば、上述の実施形態においては、視覚センサの焦点を合わせる際に用いる対象物(

50

マーカ50)と、特徴点を検出する際に用いる対象物(ワーク40)が異なる場合が例として示されているが、当該対象物を同一のものとし、例えばワーク40を用いて視覚センサの焦点を合わせてもよい。

【0049】

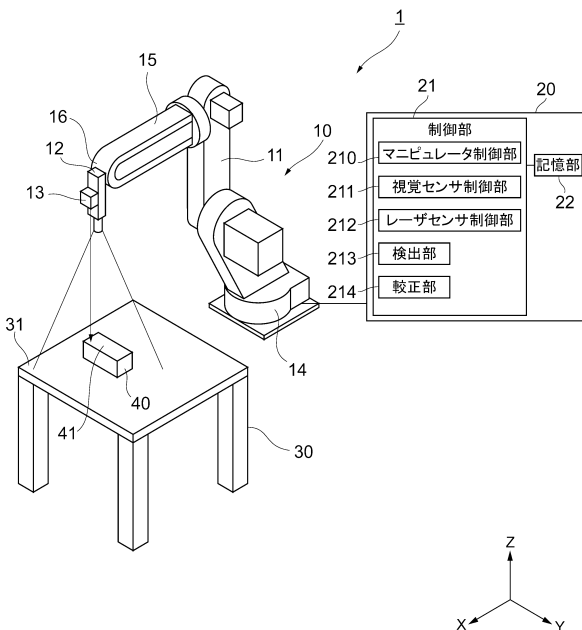
また、上述の実施形態においては、ステップS10~S60の順に説明されているが、これらのステップは必ずしもこの順序でなくてもよい。例えば、ステップS50においてレーザセンサ13によってワーク40の特徴点を検出した後に、ステップS40において視覚センサ12からワーク40までの距離をワークディスタンスと一致させてもよい。

【符号の説明】

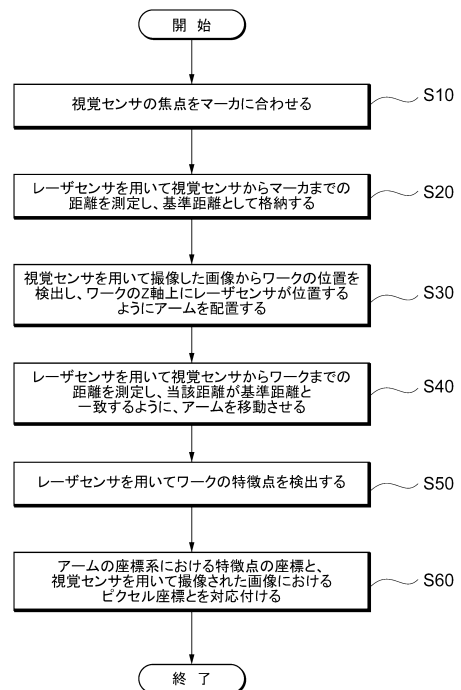
【0050】

1...ロボットシステム、10...ロボット、11...マニピュレータ、12...視覚センサ、13...レーザセンサ、14...ベース、15...アーム、16...先端、20...制御装置、21...制御部、22...記憶部、210...マニピュレータ制御部、211...視覚センサ制御部、212...レーザセンサ制御部、213...検出部、214...較正部、30...作業台、31...載置面、40...ワーク、41...上面、50...マーカ、60...視野範囲画面

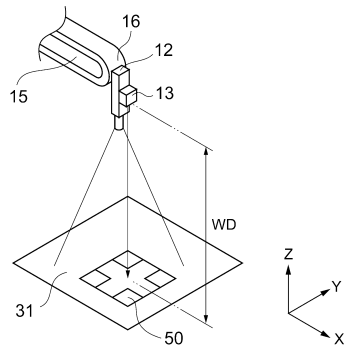
【図1】



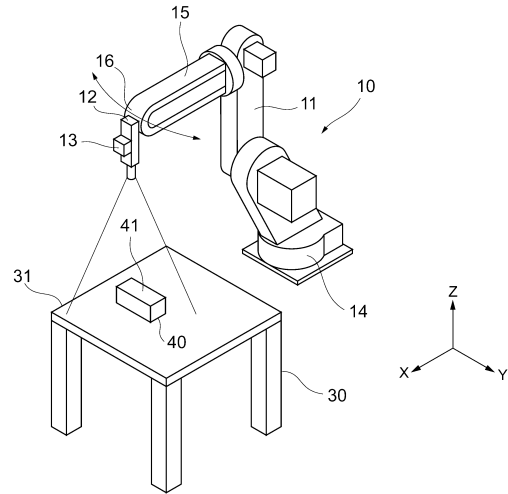
【図2】



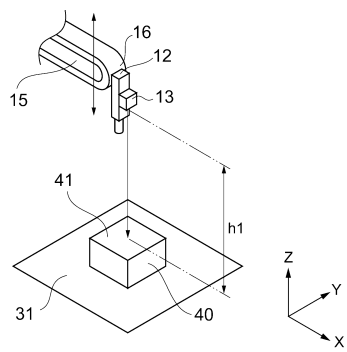
【図 3 A】



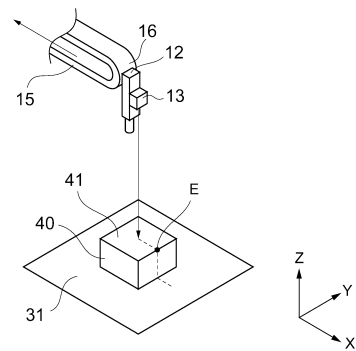
【図 3 B】



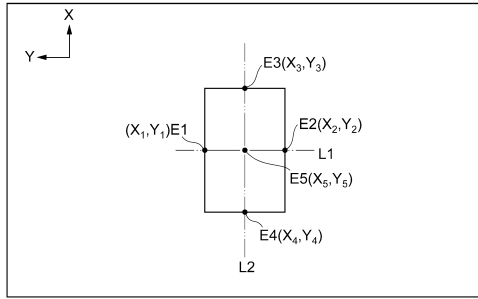
【図 3 C】



【図 3 D】



【 図 3 E 】



フロントページの続き

(72)発明者 リュウ ボ
大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

審査官 篠原 将之

(56)参考文献 特開平08-272425(JP,A)
特開昭60-054011(JP,A)
特開平06-210580(JP,A)
実開平02-061591(JP,U)
特開2003-311670(JP,A)
特開平08-132373(JP,A)
特開2010-152550(JP,A)
特開2014-176943(JP,A)
特開2003-211382(JP,A)
米国特許出願公開第2016/0243703(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02