

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02020/044491

発行日 令和3年8月10日(2021.8.10)

(43) 国際公開日 令和2年3月5日(2020.3.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 2 5 J 13/08 (2006.01)	B 2 5 J 13/08 A	3 C 7 0 7
B 2 5 J 19/04 (2006.01)	B 2 5 J 19/04	

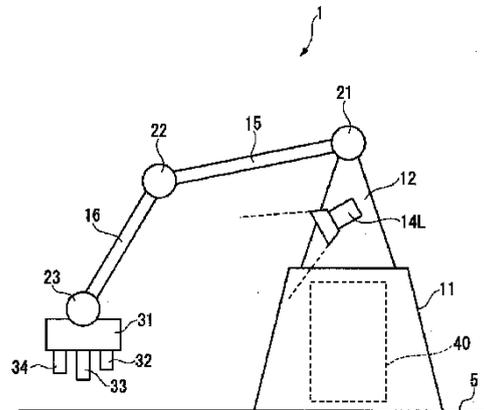
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 35 頁)

出願番号 特願2020-539946 (P2020-539946)	(71) 出願人 513189041 TechShare株式会社 東京都江東区東陽五丁目28-6 TSビル 5F
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/032118	(74) 代理人 100141139 弁理士 及川 周
(22) 国際出願日 平成30年8月30日(2018.8.30)	(74) 代理人 100181788 弁理士 角田 実華
(81) 指定国・地域 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT	(72) 発明者 重光 貴明 東京都江東区東陽5丁目28番6号 TSビル6F TechShare株式会社内 Fターム(参考) 3C707 BS10 KS03 KS04 KS36 KT03 KT04 KT05 LV14 LV19 LW12

(54) 【発明の名称】 ロボット

(57) 【要約】

ロボット(1)は、設置面(5)に接する面を有する台座(11)と、前記台座(11)に垂直に取り付けられ、垂直軸回りを回転可能な支柱(12)と、前記支柱(12)に接続され、単数または複数の関節(21, 22, 23)により向きを変えることを可能とするアーム(15, 16)と、前記アームの先端に接続され、前記アームとの向きを変えることを可能とする先端部(31)と、前記支柱に対して固定された位置に設けられ前記台座自身と前記台座の周辺の前記設置面とを撮影可能とした複数の第1カメラ(14L, 14R)と、前記複数の第1カメラから第1画像を取得し、前記第1画像を座標変換することによって部分平面図画像を生成し、複数の前記部分平面図の位置合わせを行って合成することによって前記台座の画像を含んだ平面図画像を生成するとともに、前記平面図画像に基づいて前記先端部を所定の位置に移動させるために前記アームの向きを変えるよう制御する制御部(40)と、を備える。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

設置面に接する点を有する台座と、
前記台座に垂直に取り付けられ、垂直軸回りを回転可能な支柱と、
前記支柱に接続され、単数または複数の関節により向きを変えることを可能とするアームと、
前記アームの先端に接続され、前記アームとの向きを変えることを可能とした先端部と

、
前記支柱に対して固定された位置に設けられ前記台座自身と前記台座の周辺の前記設置面とを撮影可能とした複数の第 1 カメラと、

前記複数の第 1 カメラから第 1 画像を取得し、前記第 1 画像を座標変換することによって部分平面図画像を生成し、複数の前記部分平面図の位置合わせを行って合成することによって前記台座の画像を含んだ平面図画像を生成するとともに、前記平面図画像に基づいて前記先端部を所定の位置に移動させるために前記アームの向きを変えるよう制御する制御部と、

を備えるロボット。

【請求項 2】

前記先端部に固定して設けられ、前記設置面方向に所定のパターンを有する光を照射する照射部、

をさらに備える請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 3】

前記先端部に設けられた第 2 カメラ、

をさらに備え、

前記制御部は、前記第 2 カメラから取得する第 2 画像にも基づいて前記アームの向きを変えるよう制御する、

請求項 1 または 2 に記載のロボット。

【請求項 4】

前記設置面上を自律移動するための自律移動部、

をさらに備えた請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 5】

前記第 1 カメラおよび前記第 2 カメラは、同時に対象物を撮影し、

前記制御部は、前記第 1 カメラおよび前記第 2 カメラによって同時にそれぞれ撮影された画像に基づいて前記アームの向きを変えるよう制御する、

請求項 3 に記載のロボット。

【請求項 6】

前記第 1 カメラおよび前記第 2 カメラは、互いに異なるフェーズにおいて対象物を撮影し、

前記制御部は、前記フェーズごとに、前記第 1 カメラが撮影した前記第 1 画像に基づいて前記アームの向きを変えるよう制御し、前記第 2 カメラが撮影した前記第 2 画像に基づいて前記アームの向きを変えるよう制御する、

請求項 3 に記載のロボット。

【請求項 7】

複数の前記照射部を備え、

複数の前記照射部のうちの少なくとも一部の照射部は、他の照射部とは異なる方向に前記光を照射する、

請求項 2 に記載のロボット。

【請求項 8】

前記制御部は、前記照射部が、前記設置面上の複数の所定位置の方向に前記光を順次照射するよう、前記先端部を移動させながら制御し、

前記制御部は、前記複数の所定位置の方向に前記照射部が前記光を照射しているタイミ

10

20

30

40

50

ングの各々に対応して複数の前記平面図画像を生成し、

前記制御部は、前記複数の平面図画像に含まれる前記所定のパターンの光の位置に基づいて、前記設置面の段差または凹凸を算出する、

請求項 2 に記載のロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットの動作の自動化を実現するため、画像を取得し処理する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

産業用のロボット（アームを備え、作業場所に設置されて通常は自ら移動しないもの。以降「ロボット」とはこの定義のものを言うこととする）を使い、工場や実験室での作業の自動化が進んでいる。ロボットが作業する際には、作業対象やその周辺の情報を取得する必要がある。従来より、カメラを用いて画像を取得し、その画像を処理することで、作業対象やその周辺の障害物などの形状や位置などの情報を得て、所望の作業を実施するためのロボットの動作を計算する方法が知られている。

【0003】

特許文献 1（図 1 等）に記載されているシステムでは、固定カメラ 5 が、ロボットの作業対象の場所であるトレイ 7 の上空に固定された状態で設置され、トレイ 7 を撮影する。固定カメラ座標系 F は、既知の座標系である。そして、固定カメラ 5 で撮影された画像を用いて、作業対象の位置ずれ量を取得し、その位置ずれ量がロボットの制御に用いられている。

【0004】

特許文献 2 に記載されている技術では、ロボットが電線群を加工するために、2次元ビジョンシステム 60 と 3次元ビジョンシステム 70 という 2 系統の撮像手段を有している。そして、図 3（フローチャート）等によると、まず 2次元ビジョンシステム 60 を用いて電線群全体を含む範囲の画像である第 1 画像データ D 1 を取得し、次に、第 1 画像データ D 1 に基づいて決定される領域（R 2）を 3次元ビジョンシステム 70 で撮像し第 2 画像データ D 2 を得ている。そして、第 2 画像データ D 2 に基づいて、加工対象の位置等を認識し、加工ロボットに対する指示が与えられている。

【0005】

特許文献 3 に記載されている技術では、物品を仕分けするためのロボット 24 の先端部分に、レーザセンサ 26 とビジョンセンサ 27 とが設けられている（図 5 等）。そして、図 12（フローチャート）等によると、まずレーザセンサ 26 を用いて荷物の上面までの距離を取得し、上面が最も高い位置にある荷物を特定している。そして、その後、特定された荷物の外形情報等を、ビジョンセンサ 27 を用いて取得している。

【0006】

特許文献 4 に記載されている技術では、固定したカメラを用いてマーク物体を撮影し、このマーク物体を基に、今までの座標系から新しく設定した座標系への位置データ較正を行っている。

【0007】

上記の特許文献 1 や特許文献 4 に記載されている技術では、ロボットの作業環境において固定されたカメラで撮影した画像により、作業対象の位置情報を取得している。

特許文献 2 に記載されている技術においても、第 1 段階において第 1 画像データ D 1 を取得するためのカメラ 62 は、カメラ支持部材 64 によって支持され、電線群が配設されることが予想される全ての領域である領域 R 1 を撮像可能に配設されている（段落 0036）。

特許文献 3 に記載されている技術では、レーザセンサ 26 およびビジョンセンサ 27 の両方は、ロボットの先端部分に設けられており、アームの動きに伴って位置可変である。

10

20

30

40

50

【0008】

このように、従来技術は、固定的なカメラを用いるものであり、ロボットの可動範囲を広く見渡す上で、ロボットよりも十分高い位置に設置する必要があり、そのためのしっかりとした構造物を設置する必要があった。また、ロボット本体とは独立した構造物にカメラを設置するため、ロボット本体と設置面との位置関係、および、カメラを設置した構造物と設置面との位置関係を事前に把握し、その位置関係を前提としてロボットを操作する必要があった。ロボット動作中は、ロボット本体もカメラを設置した構造物も、位置関係が変わらないよう、設置面にしっかりと固定した状態で使うことが想定されていた。

また、固定的なカメラを用いる従来技術では、固定された位置から対象物を撮影するため、ロボット自身や構造物などによる死角がなくなるよう、カメラの配置や角度を工夫して固定する必要があった。

さらに、固定的なカメラを用いる従来技術では、高い位置から対象物の置かれている場所に加え、対象物の形状や立体構造までも認識できるよう、レンズの精度も良く、撮像素子の解像度も高い、高精度なカメラモジュールを使用する必要があった。

一方で、例えば比較的小型のロボットは、作業環境に恒久的あるいは半恒久的に固定設置されるものではなく、機動的にどこにでも持ち運んで活用可能なロボットである。そのような小型のロボットは、特定の場所に固定設置される代わりに、台座を床面あるいは作業台面等に、単に置くことにより、その場でロボットを動かす、対象物をピックアップしたり選別したりといった目的で使用することができる。

あるいは、移動用のレールや車輪などを備えた移動型のロボットの場、広い範囲を自律的に移動し、対象物をピックアップし、選別して、異なるラインに流したり、離れた場所に収納したりすることが可能である。

【0009】

そういった可搬型のロボットは、置いた位置で手軽に作業を行うことができる反面、特許文献1、2、4のように作業環境（作業場所等）に対する精度の高い位置の把握が困難であるという問題を有していた。可搬型のロボットの外部に固定カメラ等を配置して位置情報を取得することも考えられるが、ロボットが動作中は、可搬型ロボット本体や固定カメラをしっかりと固定する必要が生じる。可搬型ロボットを持ち運んで設置するたびに置き方が変わるため、固定カメラの配置や角度も再調整する必要がある。このため、固定カメラ等を設置しなければならない場合には、可搬型のロボットの機動性が犠牲になる。

また、移動型のロボットの場、固定的なカメラでロボットの可動範囲を見渡すため、例えば移動用のレールの長さに合わせて一定間隔で固定的なカメラを多数設置するなどが必要となる。ロボット1台に対し、高精度なカメラモジュールが複数必要となり、また、構造物の規模も大きくなり、コストがかさむ。

もしくは、ロボットが自由軌道を移動する場合、移動可能な場所の自由度が多すぎ、固定的なカメラの設置は現実的ではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2017-071033号公報

【特許文献2】特開2016-192135号公報

【特許文献3】特開2013-086915号公報

【特許文献4】特開2000-076441号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明が解決しようとする問題点は、固定カメラ等を設置することなく、可搬型ロボットもしくは移動型のロボットが作業するために必要な、作業環境についての精度の高い位置情報を取得できるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0012】

[1] 上記の課題を解決するため、一態様によるロボットは、設置面に接する点を有する台座と、前記台座に垂直に取り付けられ、垂直軸回りを回転可能な支柱と、前記支柱に接続され、単数または複数の関節により向きを変えることを可能とするアームと、前記アームの先端に接続され、前記アームとの向きを変えることを可能とした先端部と、前記支柱に対して固定された位置に設けられ前記台座自身と前記台座の周辺の前記設置面とを撮影可能とした複数の第1カメラと、前記複数の第1カメラから第1画像を取得し、前記第1画像を座標変換することによって部分平面図画像を生成し、複数の前記部分平面図の位置合わせを行って合成することによって前記台座の画像を含んだ平面図画像を生成するとともに、前記平面図画像に基づいて前記先端部を所定の位置に移動させるために前記アームの向きを変えるよう制御する制御部と、を備える。

10

【0013】

[2] また、一態様は、上記のロボットにおいて、前記先端部に固定して設けられ、前記設置面方向に所定のパターンを有する光を照射する照射部、をさらに備える。

【0014】

[3] また、一態様は、上記のロボットにおいて、前記先端部に設けられた第2カメラ、をさらに備え、前記制御部は、前記第2カメラから取得する第2画像にも基づいて前記アームの向きを変えるよう制御する。

【0015】

[4] また、一態様は、上記のロボットにおいて、前記設置面上を自律移動するための自律移動部、をさらに備えたものである。

20

【0016】

[5] また、一態様は、上記のロボットにおいて、前記第1カメラおよび前記第2カメラは、同時に対象物を撮影し、前記制御部は、前記第1カメラおよび前記第2カメラによって同時にそれぞれ撮影された画像に基づいて前記アームの向きを変えるよう制御する。

【0017】

[6] また、一態様は、上記のロボットにおいて、前記第1カメラおよび前記第2カメラは、互いに異なるフェーズにおいて対象物を撮影し、前記制御部は、前記フェーズごとに、前記第1カメラが撮影した前記第1画像に基づいて前記アームの向きを変えるよう制御し、前記第2カメラが撮影した前記第2画像に基づいて前記アームの向きを変えるよう制御する。

30

【0018】

[7] また、一態様は、上記のロボットにおいて、複数の前記照射部を備え、複数の前記照射部のうちの少なくとも一部の照射部は、他の照射部とは異なる方向に前記光を照射する。

【0019】

[8] また、一態様は、上記のロボットにおいて、前記制御部は、前記照射部が、前記設置面上の複数の所定位置の方向に前記光を順次照射するよう、前記先端部を移動させながら制御し、前記制御部は、前記複数の所定位置の方向に前記照射部が前記光を照射しているタイミングの各々に対応して複数の前記平面図画像を生成し、前記制御部は、前記複数の平面図画像に含まれる前記所定のパターンの光の位置に基づいて、前記設置面の段差または凹凸を算出する。

40

【発明の効果】

【0020】

本発明のロボットは、カメラをロボット本体に取り付けるため、ロボット以外にカメラを取り付ける構造物は必要ない。このため、ロボット本体と設置面との位置関係のみを把握すれば、ロボットを操作することができる。さらに、ロボットの台座を、その周辺の設置面とともに撮影可能であるため、ロボット本体と設置面との位置関係を自動的に把握できる。よって、ロボットを移動させた後にも、位置の設定のための操作を行う必要がない。

50

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】第1実施形態によるロボットの概略構成を示す側面図である。

【図2】第1実施形態において、第1カメラで撮影された画像を基に生成される合成済画像を示す概略図である。

【図3】第1実施形態において、レーザー照射部によって設置面に照射される複数のポイントを含んだ合成済画像を示す概略図である。

【図4】第1実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その1）。

【図5】第1実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その2）。

【図6】第1実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その3）。

【図7】第1実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その4）。

【図8】第2実施形態の特徴的部分であるレーザー照射部の配置と、レーザーが照射される面との関係を示す概略図である。

【図9】第2実施形態によるレーザー照射部が照射したパターンの第1の例を示す概略図である。

【図10】第2実施形態によるレーザー照射部が照射したパターンの第2の例を示す概略図である。

【図11】第2実施形態によるロボットが、レーザー照射部から照射面までの距離を算出するための原理を説明する概略図である。

【図12】第2実施形態の変形例によるロボットが、レーザー照射部から照射面までの距離を算出するための原理を説明する概略図である。

【図13】第3実施形態によるロボットの移動動作を示す概略図である。

【図14】第3実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その1）。

【図15】第3実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その2）。

【図16】第3実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その3）。

【図17】第3実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その4）。

【図18】第4実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その1）。

【図19】第4実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その2）。

【図20】第4実施形態によるロボットがターゲットをつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである（その3）。

【図21】第5実施形態において設置面が段差を有する場合のロボットの動作環境を示す斜視図である。

【図22】第5実施形態において第1カメラで撮影された画像を基に生成される合成済画像を示す概略図である。

【図23】第5実施形態におけるレーザー照射部32が照射した設置面上のポイントを示す画像であって、第1カメラで撮影した画像をすべて重ね合わせて得られる合成済画像である。

【図24】第5実施形態におけるレーザー照射部32が照射した設置面上のポイントを示す画像であって、設置面に段差がある場合の合成済画像である。

【図25】第5実施形態によるロボットが、レーザー照射部から段差を有する照射面まで

10

20

30

40

50

の距離を算出するための原理を説明する概略図（側面図）である。

【図26】図25に対応する平面図である。

【図27】図25の側面図における各点の幾何学的関係を抽出した概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下では図面を参照しながら実施形態について説明する。

【0023】

[第1実施形態]

[1. ロボットの構成]

図1は、第1実施形態によるロボットの概略構成を示す側面図である。図示するように、ロボット1は、台座11と、支柱12と、第1カメラ14L、14Rと、第1アーム15と、第2アーム16と、第1関節21と、第2関節22と、第3関節23と、先端部（ハンド）31と、レーザー照射部32と、フィンガー33と、第2カメラ34と、制御部40と、を含んで構成される。同図の左側がロボット1の正面側であり、右側がロボット1の背面側である。ロボット1は、比較的小型で、人が持ち運べるサイズの装置である。ロボット1は、設置面5の上に置くことにより使用することができる。台座11の底面は設置面5と接している。外部からの力が働かない限りは、台座11は設置面5上の所定の位置に固定されており動かない。支柱12はアームの一部であり、台座11に対する位置は固定している。ただし、支柱12は、設置面5に垂直な回転軸を中心として回転することが可能である。

10

20

【0024】

なお、第1カメラ14L、14Rを「ステレオカメラ」と呼ぶ場合がある。また、第2カメラ34を「先端カメラ」と呼ぶ場合がある。

【0025】

台座11は、ロボット1全体を支えるものである。台座11の底面は平面であり、設置面5の上に置くことができる。つまり、台座11は、設置面5に接する点あるいは面を有する。

支柱12は、台座11に対して固定されており、第1アーム15より先を支えるものである。

【0026】

30

第1カメラ14L、14Rは、それぞれ、支柱12の左側および右側に設けられたカメラである。本実施例では、2台の第1カメラ14L、14Rが、支柱12に固定されて設けられている。第1カメラ14Lおよび14Rは、ロボット1の本体の正面側（図1における左側）を撮影するように設けられる。また、第1カメラ14Lおよび14Rのそれぞれのレンズの主軸がロボット1の本体の正面側のやや下方に向くように設けられる。したがって、第1カメラ14Lおよび14Rが撮像する画像には、設置面5が多く含まれる。第1カメラ14Lおよび14Rが撮像する画像に、ロボット1自身の一部（例えば、台座11の一部や、支柱12の一部等）が写り込んでもよい。つまり、第1カメラは、支柱12に対して固定された位置に設けられ台座11自身と台座の周辺の設置面5とを撮影可能として設けられたものである。

40

【0027】

第1カメラの台数は、3台以上であってもよい。後述するように、第1カメラは、ロボット1の本体の周囲をすべて撮影範囲としてカバーする目的で用いられる。したがって、死角が生じないようにするために、複数台の第1カメラが設けられる。また、それら複数台の第1カメラの少なくとも一部は、支柱12の代わりに、台座11に固定されて設けられてもよい。これらいずれの場合も、複数の第1カメラのそれぞれは、設置面5に対して固定された画角の画像を取得する。

複数の第1カメラを総称して「第1カメラ14」と呼ぶ場合がある。

【0028】

第1アーム15および第2アーム16は、ロボットのアームである。第1アーム15お

50

よび第2アーム16を総称して単に「アーム」と呼ぶ。アームは、台座11に直接的あるいは間接的に接続され、単数または複数の関節により向きを変えることを可能とするものである。

第1関節21は、支柱12と第1アーム15とを接続する関節である。

第2関節22は、第1アーム15と第2アーム16とを接続する関節である。

第3関節23は、第2アーム16と先端部31（「ハンド」とも呼ぶ）とを接続する関節である。

第1関節21，第2関節22，第3関節23のそれぞれは、設置面5に平行な回転軸、あるいは設置面5に垂直な回転軸を中心とした回転を可能とするものである。いずれかの関節が、複数軸で回転するものであってもよい。

これらのアームと関節の作用により、ロボット1は、先端部31を、可動範囲内の任意の位置に移動させることができる。また、ロボット1は、先端部31を可動範囲内の任意の向きに向かせることができる。

ロボット1において関節等の可動部の状態（例えば、変位回転角等）は、制御部40によって常に把握可能である。

【0029】

ここでは、アームが2個で、関節が3個のロボット1を構成するようにしているが、アームの個数や関節の個数は、ここに例示しているものに限定されるわけではなく、任意である。設計等に応じて、適切な数の関節や、適切な数のアームを用いてよい。

【0030】

先端部（ハンド）31は、ロボット1が作業をするための機能を有するものである。具体的には、先端部31には、レーザー照射部32や、フィンガー33や、第2カメラ34が取り付けられている。前述の通り、アームと関節とにより、先端部31は作業対象である物体等（ターゲット）に近づくことができる。先端部31が有する機能により、ロボット1は、ターゲットの画像を取得したり、ターゲットをつかんだり、つかんだ状態のターゲットを運んだりすることができる。つまり、先端部31は、アームの先端に関節等を介して接続される。先端部31と第2アーム16との間の向きを変えることができる。

【0031】

レーザー照射部32（照射部）は、主に設置面5に向く方向に（設置面5に対して垂直に、あるいは斜めに）、レーザー光線を照射する。図1では1個のレーザー照射部32のみを示しているが、レーザー照射部32は、複数個所に設けられていてもよい。また、1個のレーザー照射部32が、同時に、あるいは時分割で、複数の方向にレーザー光線を照射するようにしてもよい。レーザー照射部32としては、例えば、クロスレーザーを用いる。クロスレーザーは、十字型にクロスしたパターンを照射するものである。

つまり、レーザー照射部32は、先端部31に固定して設けられ、（ほぼ）設置面方向に所定のパターンを有する光を照射する。

【0032】

フィンガー33は、作業対象の物体をつかむことのできる機構を有する部材である。フィンガー33は、物体をつかむだけでなく、例えば設置面5の上に置かれている物体を押し動かすこともできる。また、フィンガー33が物体を吸着する機構を備えていてもよい。

【0033】

第2カメラ34は、先端部31に固定して取り付けられたカメラである。前述の第1カメラが、設置面5に対して固定された高さ位置および画角で画像を取得するのに対して、第2カメラ34は、先端部31の移動に伴って、先端部31の可動範囲の制約の中で、様々な場所に近づいて画像を取得することができる。第2カメラ34は、通常は下向き（ほぼ設置面5を向く方向）で画像を撮影する。

第2カメラ34で撮影される画像（第2画像）は、対象物の位置を把握したり、フィンガー33の状態（フィンガー33が対象物をつかんでいるか否か）を把握したりするために用いられる。これらの把握に基づき、ロボット1のアームの移動および作業が計画され

10

20

30

40

50

る。

なお、図 1 では 1 個の第 2 カメラ 3 4 のみを示しているが、先端部 3 1 に複数の第 2 カメラ 3 4 が設けられていてもよい。

【 0 0 3 4 】

上で説明したように、ロボット 1 は、第 1 カメラ 1 4 および第 2 カメラ 3 4 が撮影した画像により、視覚的な情報を取得する。なお、ロボット 1 が、各種センサー等を有することによって視覚以外の情報を取得するようにしてもよい。

【 0 0 3 5 】

制御部 4 0 は、ロボット 1 全体を制御するための機能を有する。制御部 4 0 は、例えば電子回路により実現される。コンピューター（マイコンチップ等）を用いて制御部 4 0 を実現するようにしてもよい。コンピューターを用いる場合、ロボット 1 を制御するための機能をプログラムで記述することができる。制御部 4 0 が有する記憶手段（例えば、半導体メモリ等）にプログラムを記憶させて置き、コンピューターがプログラムを実行するようにすることもできる。制御部 4 0 が設けられる位置は任意であるが、例えば、図示するように台座 1 1 の内部に制御部 4 0 の機能を格納することができる。また、制御部 4 0 は複数の機器から構成されていてもよい。例えば、ロボット 1 のアーム制御に特化したハードウェア基板が台座 1 1 の内部に格納され、カメラからの画像処理やアームの制御方法は、ロボット 1 の外部にあるコンピューターによってソフトウェア的に実現され、ロボット 1 と外部にあるコンピューターとが通信して制御部 4 0 の処理を実現する構成であってもよい。

【 0 0 3 6 】

ロボット 1 が稼働するとき、制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 や第 2 カメラ 3 4 が撮影した画像を取得したり、ロボット 1 の各所に設けられた各種センサーからの信号を取得したりする。制御部 4 0 は、それらの情報あるいは信号に基づいて必要な判断を行い、その結果、ロボット 1 の各部材を動作させるための制御信号を出力する。制御部 4 0 は、例えば、第 1 関節 2 1 や第 2 関節 2 2 や第 3 関節 2 3 を所望の状態にするための指示信号を出力する。また、制御部 4 0 は、先端部 3 1 が有するレーザー照射部 3 2 やフィンガー 3 3 が所定の動作をするように指示信号を出力する。

【 0 0 3 7 】

制御部 4 0 は、複数の第 1 カメラから第 1 画像を取得し、第 1 画像を座標変換することによって部分平面図画像を生成し、複数の部分平面図の位置合わせを行って合成することによって台座の画像を含んだ平面図画像を生成する。また、制御部 4 0 は、平面図画像に基づいて先端部 3 1 を所定の位置に移動させるためにアームの向きを変えるよう制御する。

また、制御部 4 0 は、第 2 カメラ 3 4 から取得する第 2 画像にも基づいてアームの向きを変えるよう制御する。

【 0 0 3 8 】

[2 . 平面図画像の生成 ロボット周辺の状況把握]

制御部 4 0 は、複数の第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R が取得した画像を基に、1 枚の平面図に相当する画像を生成する。そのために、制御部 4 0 は、まず、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R から得られる画像のそれぞれを座標変換（アフィン変換）する。そして、制御部 4 0 は、次に、座標変換された各画像を合成（貼り付け）することによって、1 枚の大きな画像を生成する。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R がそれぞれ撮影した画像を基に制御部 4 0 が生成した 1 枚の平面図画像を示す概略図である。同図において、1 0 1 L は、第 1 カメラ 1 4 L が撮影した画像を座標変換して得られる部分平面図である。また、1 0 1 R は、第 1 カメラ 1 4 L が撮影した画像を座標変換して得られる部分平面図である。第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R のそれぞれは斜め下方向に向けられたレンズで撮影を行うが、既存技術である座標変換を用いることにより、各カメラの画像は平面図の一部として利用可能とな

10

20

30

40

50

る。このような画像を、それぞれ、座標変換済画像101Lおよび101Rと呼ぶ。座標変換済み画像101Lおよび101Rのそれぞれは、上方から設置面5を平面視した画像に相当する。制御部40は、座標変換済画像101Lおよび101Rを適切な位置で位置合わせし、両画像で重複して写されている領域を適切に重ね合わせ、あるいは必要に応じて切り落とすことによって合成済画像101を得る。合成済画像101内には、台座11の一部が写り込んでいる。また、合成済画像101の大部分には、設置面5が写っている。また、設置面5上の撮影範囲内に物体等が置かれている場合には、それらの物体を平面視した画像も、合成済画像101内に含まれる。

【0040】

なお、本実施形態では、ロボット1の支柱12の左右にそれぞれ第1カメラ14Lおよび14Rを配置しているが、複数の第1カメラ14の配置のしかたは、左右には限られない。また、用いる第1カメラ14の台数も、2台には限定されず、例えば、3台以上の第1カメラを用いてもよい。一例として、ロボットの前後左右に計4台の第1カメラを設け、それらの各々のカメラにより、前方、後方、左方、右方を撮影し、その4枚の画像を座標変換したのちに1枚の平面図画像に合成してもよい。また、合成済画像101は、ロボット1の周囲全部（平面における360度）をカバーしていてもよいし、その一部の角度範囲のみをカバーしていてもよい。図2に例示する合成済画像101は、主として前方（一部、左方と右方とを含む）を映した平面図画像である。合成済画像101は、ロボット1の作業に関する範囲のみを写した画像であってもよい。

10

【0041】

制御部40が座標変換（アフィン変換）する際のパラメータ（変換行列の係数等）は、例えば、ロボット1の個体ごとに予め設定しておいてよい。あるいは、撮影対象である設置面5上に基準となる位置を示す標識を置いておいて、撮影した画像に含まれる標識の画像内での座標位置に基づいて動的に座標変換のパラメータを決定してもよい。なお、標識としては、例えば、バーコードや2次元コード等を用いる。以後において標識を用いて特定の物体あるいは場所等を認識する場合も同様である。

20

【0042】

なお、制御部40が複数の第1カメラで撮影した画像を基に、座標変換処理平面図画像（の部分画像）を生成する処理を、「アラウンドビュー処理」と呼ぶことがある。

【0043】

このように、複数の第1カメラ14が撮影した画像を基に制御部40が平面図画像を作成する。これにより、ロボット1は、ロボット1の周辺の比較的広い範囲（例えば、先端部31の可動領域をカバーする範囲）の平面図の情報を、死角なしに取得することができる。このように得られる平面図の情報には、ロボット1が実行する作業を計画するための情報が含まれており、円滑にロボット1が作業を進められるようになる。

30

【0044】

なお、支柱12は設置面に対して垂直方向の軸を中心として回転可能であるが、第1カメラ14は、ロボット1の台座を含む範囲を撮影するため、制御部40は、生成される平面図画像に基づき、その回転方向を把握することも可能である。

【0045】

また、制御部40は、生成した平面図画像を基に、台座11の向き、および各アーム（第1アーム15および第2アーム16）の向きや先端部31の向きを把握する。具体的には、制御部40は、生成した平面図画像内に写っている台座11の、周辺環境における向きを把握する。言い換えれば、制御部40は、生成した平面図画像内に写っている周辺の物体等（既知の位置を示す標識等を含んでいてもよい）の位置と、自ロボット1の台座11の位置との関係を把握する。そして、制御部40は、台座11の位置と、第1関節21の状態（当該関節の回転軸を中心とする変位角）とから、第1アーム15の方向を把握する。そして、制御部40は、第1アーム15の方向と、第2関節22の状態（当該関節の回転軸を中心とする変位角）とから、第2アーム16の方向を把握する。そして、制御部40は、第2アーム16の方向と、第3関節23の状態（当該関節の回転軸を中心とする

40

50

変位角)とから、先端部31の方向を把握する。なお、第1アーム15および第2アーム16の長さは固定であるため、制御部40は、第2関節22および第3関節23のそれぞれの位置をも把握できる。さらに、制御部40は、第3関節23の位置に基づき、先端部31の位置を把握することができる。

制御部40は、上記の方法で求められた各アームの方向、各関節の位置、先端部31の位置や方向を、適宜、記憶することができる。

【0046】

また、制御部40は、生成した平面図画像を基に、自ロボット1の台座11の位置を基準とした、ターゲット(作業対象である物体や場所等)の位置を把握することができる。制御部40は、上記ターゲットの画像としての特徴を予め学習しておくことにより、生成した平面図画像内でのターゲットの位置を把握することができる。あるいは、GUI(graphical user interface)によりユーザーがターゲットの位置を指定できるようにしてもよい。GUIを用いる場合、制御部40は生成した平面図画像をユーザーが操作する端末装置のディスプレイに表示して、ユーザーがターゲットの位置をその平面図画像上で指示することによって制御部40がターゲットの位置を把握する。これらの方法により、制御部40は、自ロボット1を基準としたときのターゲットの位置を所定の精度で把握することができる。つまり、制御部40は、把握できたターゲットの位置に基づいて、例えば先端部31をそのターゲットの近くまで移動させる計画を立てることができる。

【0047】

[3. レーザーの照射によるターゲットの構造の推定、およびターゲットをつかむ動作]

先端部31に設けられているレーザー照射部32は、レーザーを照射する。先端部31に設けられている第2カメラ34は、レーザーが照射された状態で撮影を行うこともできる。なお、レーザー照射部32は、所定のパターンを有するレーザー(投影面に所定の形状で照射されるレーザー)を照射してもよい。また、レーザー照射部32は、1種類のレーザーのみを照射してもよいし、複数の位置からあるいは複数の角度でレーザーを照射してもよい。また、第2カメラ34は、1台だけ設けられていてもよいし、複数設けられていてもよい。いずれの場合にも、制御部40は、対象物体(ターゲット)に投影されたレーザー光に基づいて、対象物体との距離や対象物体の向きを推定する。このとき、制御部40は、予め取得しておいた対象物体の形状に関する情報を参照してもよい。

【0048】

なお、対象物体との距離や向きが推定できない場合には、制御部40は、アームを所定量動かすことにより先端部31の位置や向きを少し変える。制御部40は、先端部31を動かす前後における画像の変化(対象物体に投影されるレーザー光の形状あるいは大きさ等の変化を含む)を基に、対象物体との距離や向きを再推定することが可能となる。

【0049】

制御部40は、第2カメラ34の画像を解析することによって得られた対象物体との距離や向きといった情報を基に、先端部31を対象物体にさらに近づけるためにアームを動かす量を算出する。また、対象物体をつかむ場合には、制御部40は、そのための先端部31の適切な向きの情報を基に、第3関節23を動かす量を算出する。また、必要に応じて、制御部40は、対象物体をつかむためのフィンガー33の動作量を算出する。そして、制御部40は、算出されたこれらの値に基づき、実際に各関節やフィンガーを動かす制御を行う事により、対象物体をつかむ。

【0050】

つかむ動作を行った後、制御部40は、さらに第2カメラ34が撮影を行うよう指示を出す。そして、制御部40は、第2カメラ34が撮影した画像を取得する。複数の第2カメラ34が設けられている場合にはそれら複数のカメラのそれぞれから画像を取得してもよい。制御部40は、画像を解析することにより、フィンガー33が対象物体をつかむことができたかどうかを判断することができる。なお、第2カメラによって判断する代わりに、第1カメラによって判断することでもよい。また、フィンガー33にリミットスイッチあるいは触覚センサーが実装され、対象物体をつかむことができたかはその出力信号に

10

20

30

40

50

よって判定できるしくみとしてもよい。

【 0 0 5 1 】

[4 . つかんだ物体をブレース位置まで運んで格納する動作]

ロボット 1 のフィンガー 3 3 が物体をつかんでいる状態から、その物体をブレース位置まで運ぶ動作のための制御は、次の通りである。なおここで、「ブレース」とは、物体等を置くために指定された場所、あるいは物体等を格納するための容器等である。

フィンガー 3 3 が対象物体をつかんだ位置は、設置面とほぼ同じ高さ位置のため、対象物体移動時に、設置面や周囲と干渉しないよう、ある一定の高さ位置までアームを上げる。

第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R は、撮影を行う。制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R から画像を取得し、それらの画像を用いて平面図画像を生成する。平面図画像を生成するための方法は、既に説明した通りである。

次に、制御部 4 0 は、生成した平面図画像に基づいて、ブレース位置を把握する。制御部 4 0 は、予めブレース位置の画像の特徴を学習しており、平面図画像から自動的にその場所を認識する。あるいは、GUI によりユーザーがブレースの位置を指定できるようにしてもよい。GUI を用いる場合、制御部 4 0 は、平面図画像を端末装置のディスプレイに表示し、ユーザーが指示した平面図画像上の位置の情報を取得する。

【 0 0 5 2 】

次に、制御部 4 0 は、先端部 3 1 を、現在位置からブレース位置の上部まで移動させる計画を立てる。この移動計画を作成する処理は、前述の、先端部 3 1 をターゲット物体の上部まで移動させる計画を行った処理と同様のものである。制御部 4 0 は、作成した計画に基づいて、アームを動かす制御を行う事により、先端部 3 1 をブレース位置の上部まで移動させる。この移動は、 $x - y$ 平面に平行な移動である。

次に、制御部 4 0 は、第 2 カメラが撮影した画像を取得し、その画像を解析することによって先端部 3 1 がブレース位置の上部に来ているか否かを確認する。確認ができた場合に、制御部 4 0 は、物体をブレース位置に格納するための制御を行う。即ち、制御部 4 0 は、先端部 3 1 をブレース位置まで下す制御をした上で、物体をその位置に格納する（つまり、つかんでいた物体を放す）ようにフィンガー 3 3 を制御する。

【 0 0 5 3 】

なお、ロボット 1 は、フィンガー 3 3 を使って物体をつかんだり放したりするだけでなく、例えば置かれている物体を押し動かすなどといった動作を行ってもよい。また、ロボット 1 は、フィンガー 3 3 が有する吸着機構を用いて物体を吸着させたり、吸着した状態でその物体を動かしたりしてもよい。この場合にも、制御部 4 0 は、先端部 3 1 を適切に移動させ、フィンガー 3 3 を適切に動作させる。

【 0 0 5 4 】

[5 . レーザーの照射]

先端部 3 1 に設けられているレーザー照射部 3 2 からレーザーを照射することにより、設置面の高さ（段差や面上の凹凸）を測定することが可能となる。以下にその説明を行う。

【 0 0 5 5 】

(1) 複数のレーザー照射部の利用

先端部 3 1 に複数のレーザー照射部 3 2 を設けることができる。

図 3 は、レーザー照射部 3 2 による照射の状況を示す概略図である。同図は、2つのレーザー照射部 3 2 が設置面 5 上に、それぞれ、P 1 および P 2 の2つの照射光を照射している状況を示す。P 1 および P 2 は、点状にまたはほぼ点状に照射されたレーザー光である。ここで、設置面 5 上で、点 P 1 と点 P 2 との間の距離を d とする。なお、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R が設置面 5 上に照射されたこれら点 P 1 および P 2 を含む画像を撮影し、制御部 4 0 がその画像を取得することができる。なお、図 3 は、それらの画像を合成して得られた合成済画像である。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

(2) 取り付け角度の異なるレーザーの利用

先端部 3 1 に複数のレーザー照射部 3 2 を設ける場合、それら複数のレーザー照射部 3 2 のうちの少なくとも 1 つが、他のレーザー照射部 3 2 とは異なる方向にレーザーを照射するよう調整しておくことが可能である。この場合、先端部 3 1 の高さ（設置面 5 からの距離）が変われば、その変化に応じて、設置面に照射された 2 つのレーザー光の間の距離（図 3 における距離 d ）も変わる。このことを利用して、設置面 5 上に照射されたレーザー光の間の距離 d に基づいて、先端部 3 1 から設置面までの高さを計算することができる。なお、設置面 5 上の距離 d は、制御部 4 0 が取得した画像に適切なスケール処理を施すことにより求められる。

これにより、制御部 4 0 は、フィンガー 3 3 が対象物をつかんでいる状態であってもつかんでいない状態であっても、先端部 3 1 を移動させたときの高さ方向の移動量を求めることができる。

10

【0057】

(3) 設置面に垂直に照射するレーザーの利用

制御部 4 0 は、ロボットを制御することにより、設置面 5 上に予め設定した複数の設定位置に先端部 3 1 を順次動かす。制御部 4 0 は、各設定位置上で、真下に向けて（設置面 5 に対して垂直に）レーザー光を照射するように設けられたレーザー照射部 3 2 による照射を行うよう制御する。制御部 4 0 は、その都度、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R で撮影した画像を取得する。撮影した画像に基づいて、座標変換と位置合わせを行うことにより合成して、合成済画像を得ることができる。各設定位置において上記の操作を行うことにより得られる合成済画像では、すべて同じ位置に照射光の点が現れるはずである。ただし、設置面 5 に段差あるいは凹凸が存在する場合には、照射光の点の位置がずれる。制御部は、各設定位置で得られた合成済画像を重ね合わせる処理を行うことにより、設置面 5 の高さのずれを検知することができる。

20

【0058】

設置面 5 上における上記の照射点のずれを計算することにより、設置面 5 の凹凸状況が分かる。制御部 4 0 は、この計算により、ターゲットをつかむ高さを決めることが出来る。

【0059】

[6. 処理手順]

30

図 4 , 図 5 , 図 6 , 図 7 は、ロボット 1 がターゲットの物体をつかんでブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すフローチャートである。図 4 , 図 5 , 図 6 , 図 7 は、結合子によって結合された 1 つのフローチャートである。以下、このフローチャートに沿って、処理手順について説明する。

【0060】

まず図 4 のステップ S 1 において、制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R が撮影した画像を取得する。

次に、ステップ S 2 において、制御部 4 0 は、ステップ S 1 で取得した各画像のアラウンドビュー処理（座標変換処理）を行い、それらの画像を合成する処理を行う。これにより、制御部 4 0 は、ロボット 1 の周辺の平面図画像を生成する。

40

次に、ステップ S 3 において、制御部 4 0 は、ステップ S 2 で生成した平面図画像内に含まれる台座 1 1 を認識する。台座 1 1 を認識するために、制御部 4 0 は、予め台座 1 1 の画像としての特徴を学習しておく。あるいは、制御部 4 0 は、台座 1 1 の所定の箇所に付けられた標識（特徴的な画像）を認識することにより台座 1 1 を認識する。あるいは、制御部 4 0 は、各々の第 1 カメラ（1 4 L や 1 4 R）で撮影した画像における台座 1 1 のおよその座標位置を予め取得しておく。制御部 4 0 は、台座 1 1 を認識するために、ここに例示した方法の複数を組み合わせて用いてもよい。

【0061】

次に、ステップ S 4 において、制御部 4 0 は、前述の方法により、ロボット 1 が有する各アーム（第 1 アーム 1 5、第 2 アーム 1 6）の向きや角度、支柱 1 2 の向き（回転軸を

50

中心とした回転の向き)、および先端部 3 1 の位置と向きを計算し、記憶する。なお、制御部 4 0 は、各アームの向きや、先端部 3 1 の位置および向きを、台座 1 1 を基準として相対的な向きあるいは位置として計算する。ステップ S 3 において平面図画像内の台座 1 1 が認識されているため、制御部 4 0 は、平面図画像の座標を基準として各アームの向きや、先端部 3 1 の位置および向きを把握できる。

次に、ステップ S 5 において、制御部 4 0 は、操作の対象とするターゲット(物体や場所)を平面図画像内で認識する。制御部 4 0 は、前述の通り、予め取得しているターゲットの特徴を用いて平面図画像内のターゲットを認識できる。また、制御部 4 0 が、ユーザーによる指定(GUIからの指定)によりターゲットを認識するようにしてもよい。

【0062】

次に、ステップ S 6 において、制御部 4 0 は、アームおよび先端部 3 1 の移動計画を行う。制御部 4 0 は、既に把握しているアームおよび先端部 3 1 の現在位置と、ターゲットの位置とに基づき、アームおよび先端部 3 1 の移動を計画する。例えば、制御部 4 0 は、先端部 3 1 を x - y 平面(設置面 5)と平行に移動させることによりターゲット位置の上部に持っていきよう、アームの動きを計画する。このとき、制御部 4 0 は、直交座標(x軸およびy軸)を用いた計算を行ってもよいし、台座 1 1 の所定の位置を極とする極座標を用いた計算を行ってもよい。なお、「ターゲット位置の上部」とは、必ずしもターゲットの真上の位置(x - y 平面におけるターゲット位置から、x - y 平面と垂直に上方に移動させた位置)でなくてもよい。例えば、先端部 3 1 に取り付けられた第 2 カメラ 3 4 がターゲットを認識しやすい位置や、フィンガー 3 3 がターゲットを操作しやすい位置を「ターゲット位置の上部」としてもよい。

次に、ステップ S 7 において、制御部 4 0 は、ステップ S 6 で立てた計画に基づき、アームを移動させる制御を行う。これにより、何らかの不測の状況(例えば、ロボット 1 自体が持ち上げられてその位置が変えられてしまうなど)が生じない限り、先端部 3 1 は、ターゲット位置の上方に移動する。

【0063】

次に、ステップ S 8 において、制御部 4 0 は、第 2 カメラ 3 4 で撮影した画像を取得する。

次に、ステップ S 9 において、制御部 4 0 は、ステップ S 8 で取得した画像を解析し、その画像内におけるターゲットを認識する。また、制御部 4 0 は、その画像内におけるターゲットの位置を把握する。本ステップでターゲットの認識を行うのは、ステップ S 6 で立てた移動計画で目標としたターゲット位置の上部に実際に先端部 3 1 が来ているか否かをチェックするためである。

【0064】

次に、ステップ S 1 0 において、制御部 4 0 は、ステップ S 9 で把握したターゲットの位置(第 2 カメラ 3 4 で撮影した画像内の位置)に基づき、先端部 3 1 の現在位置がターゲットに対して適切であるか否かを判断する。先端部 3 1 の位置(アームの位置)が適切である場合(ステップ S 1 0 : YES)には、図 5 のステップ S 1 2 に進む。先端部 3 1 の位置が適切ではない場合(ステップ S 1 0 : NO)には、位置を補正するために S 1 1 に進む。

ステップ S 1 1 に進んだ場合には、制御部 4 0 は、ターゲットが第 2 カメラの視野内に存在するか否かを判定する。言い換えれば、制御部 4 0 は、ステップ S 8 で第 2 カメラ 3 4 から取得した画像内にターゲットが存在していたか否かを判定する。ターゲットが第 2 カメラの視野内である場合(ステップ S 1 1 : YES)には、アームの再移動による位置の補正を行うために、ステップ S 6 に進む。ターゲットが第 2 カメラの視野内ではない場合(ステップ S 1 1 : NO)には、第 1 カメラによるターゲットの捕捉からやり直すために、ステップ S 1 に戻る。

【0065】

次に、図 5 に示す処理を説明する。

ステップ S 1 2 に進んだ場合、制御部 4 0 は、レーザー照射部 3 2 がレーザーを照射す

10

20

30

40

50

るよう制御する。

次に、ステップ S 1 3 において、レーザーが照射されている状態で、第 2 カメラ 3 4 が撮影を行う。制御部 4 0 は、第 2 カメラ 3 4 からその画像を取得する。

次に、ステップ S 1 4 において、制御部 4 0 は、ステップ S 1 3 で取得した画像に基づいて、ターゲットの立体構造を推定する処理を行う。ここで具体的には、前述の通り、制御部 4 0 は、ターゲットである物体までの距離や、物体の向きなどを推定する処理を行う。

【 0 0 6 6 】

次に、ステップ S 1 5 において、制御部 4 0 は、ステップ S 1 4 の処理によってターゲットの立体構造が推定可能であったか否かを判定する。立体構造が推定可能であった場合 (ステップ S 1 5 : Y E S) には、ステップ S 1 7 に進む。立体構造が推定可能ではなかった場合 (ステップ S 1 5 : N O) には、先端部 3 1 の位置を変えて再度画像取得を行うためにステップ S 1 6 に進む。

次に、ステップ S 1 6 に進んだ場合、制御部 4 0 は、アームを少し下げるよう制御する。言い換えれば、制御部 4 0 は、先端部 3 1 の位置が今までよりも少し (所定量) 下の位置になるよう、関節を動かす制御を行う。これにより、先端部 3 1 はターゲットである物体により近づくため、より良い画像 (第 2 カメラ 3 4 による画像) を取得できるようになることが期待される。ステップ S 1 6 の次には、ステップ S 1 2 に戻る。

【 0 0 6 7 】

次に、ステップ S 1 7 において、制御部 4 0 は、ステップ S 1 4 における処理で推定された結果に基づいて、ターゲットである物体をつかむための高さや角度などを算出する。この算出結果に基づいて、制御部 4 0 は、ターゲットである物体をつかむ位置まで先端部 3 1 を移動させるための、各関節の変位量を求める。

次に、ステップ S 1 8 において、制御部 4 0 は、ステップ S 1 7 で求めた結果に基づいて各関節の動きを制御し、アームを動かすことによって先端部 3 1 を所望の位置に移動させる。そして、制御部 4 0 は、フィンガー 3 3 がターゲットの物体をつかむ動作をするよう制御する。

【 0 0 6 8 】

次に、ステップ S 1 9 において、制御部 4 0 は、第 2 カメラ 3 4 が撮影した画像を取得し、その画像を解析する。制御部 4 0 は具体的には、フィンガー 3 3 がターゲットの物体をうまくつかめているか否かを解析する。

次に、ステップ S 2 0 において、制御部 4 0 は、ステップ S 1 9 における解析結果に基づいて、ターゲットをつかむことに成功しているか否かを判定する。ターゲットをつかむことに成功している場合 (ステップ S 2 0 : Y E S)、ステップ S 2 2 に進む。ターゲットをつかむことに成功していない場合 (ステップ S 2 0 : N O)、ステップ S 2 1 に進む。

ステップ S 2 1 に進んだ場合、制御部 4 0 は、先端部 3 1 を上げる (ターゲットの物体から離れる) よう、アームを移動させたうえで、再度ターゲットをつかむための一連の手順を実行するためにステップ S 1 2 の処理に戻る。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 2 2 に進んだ場合、フィンガー 3 3 がターゲットの物体をつかんだ状態で、制御部 4 0 は、先端部 3 1 を上げるようアームを移動させる制御を行う。

【 0 0 7 0 】

図 6 のステップ S 2 3 からの処理は、ロボット 1 がつかんだ物体をプレス位置まで運んで置く動作を行うための制御である。

ステップ S 2 3 において、制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 が撮影した画像を取得する。

次に、ステップ S 2 4 において、制御部 4 0 は、ステップ S 2 3 で取得した画像に基づいて、座標変換処理 (アラウンドビュー処理) および合成処理を行い、平面図画像を生成する。

次に、ステップ S 2 5 において、制御部 4 0 は、ステップ S 2 4 で生成した平面図画像

10

20

30

40

50

上で、つかんでいる物体を置くためのプレース位置を認識する。具体的には、制御部40は、予め取得しているプレース位置の特徴を用いて自動的にプレース位置を認識する。あるいは、制御部40は、GUIによりユーザーが指定するプレース位置の情報を把握する。あるいは、制御部40は、台座11を基準としたときのプレース位置の座標情報を予め与えられていてもよい。

【0071】

次に、ステップS26において、制御部40は、先端部31を現在位置からプレース位置の上部まで移動させる計画を作成する。ここでの移動は、先端部31をx-y平面に平行な方向に移動させるものである。具体的には、制御部40は、各関節を変位させる量を求める。

次に、ステップS27において、制御部40は、ステップS26で作成した計画に基づいて、先端部31を移動させる制御を行う。

【0072】

次に、ステップS28において、制御部40は、第2カメラ34で撮影した画像を取得する。

次に、ステップS29において、制御部40は、ステップS28で取得した画像に基づいて、プレースの位置を認識する処理を行う。ここでも、制御部40は、予め取得しているプレース位置の特徴を用いて自動的にプレース位置を認識する。

次に、ステップS30において、制御部40は、アームおよび先端部31の位置が、ステップS29で認識したプレースの位置に対して適切であるか否かを判定する。アームおよび先端部31の位置が適切である場合(ステップS30: YES)には、図7のステップS32に進む。アームおよび先端部31の位置が適切ではない場合(ステップS30: NO)には、ステップS31に進む。

ステップS31に進んだ場合、制御部40は、ステップS29での認識処理の結果として、プレースの位置が第2カメラの視野内であったか否かを判定する。言い換えれば、制御部40は、ステップS28で第2カメラ34から取得した画像内に、プレースが写っているか否かを判定する。

プレースの位置が第2カメラの視野内である場合(ステップS31: YES)には、先端部31を再度移動させるためにステップS26に移る。

プレースの位置が第2カメラの視野内ではない場合(ステップS31: NO)には、第1カメラ14で広範囲の画像を撮影しなおす処理からやり直すためにステップS23に移る。

【0073】

そして、図7のステップS32に進んだ場合、制御部40は、アームを下げて先端部31がプレースの位置に近づくようにする。

そして、ステップS33において、制御部40は、フィンガー33がつかんでいた対象物体を離すように制御することによって、その対象物体(ターゲット)をプレースに格納する。

ステップS33で、ロボット1がターゲットをつかみプレースに格納するまでの一連の動きの制御の全体(図4から図7までのフローチャート)を終了する。

【0074】

以上説明したように、このフローチャートに示した手順では、第1カメラおよび第2カメラは、互いに異なるフェーズにおいて対象物を撮影し、制御部は、それらのフェーズごとに、第1カメラが撮影した第1画像に基づいてアームの向きを変えるよう制御し、第2カメラが撮影した第2画像に基づいてアームの向きを変えるよう制御する。

【0075】

以上説明したように、本実施形態によると、複数の第1カメラ14が広域の画像を撮影する。制御部40は、第1カメラで撮影された画像を座標変換し平面図の部分画像とする(アラウンドビュー処理)。また、制御部40は、それらの複数の部分画像を合成して1枚の平面図画像を生成する。複数の画像から平面図画像を合成することにより、ロボット

10

20

30

40

50

1 自体（台座 1 1 等）による死角のない平面図画像を取得できる。つまり、制御部 4 0 は、ロボット 1 の周辺の状況を把握することができる。また、制御部 4 0 は、平面図画像内における台座 1 1 を認識する。これにより、制御部 4 0 は、周辺の状況と、ロボット 1 自身の台座の位置および向きと、各アームの向きおよび先端部 3 1 の位置および向きをすべて関連付けて把握することができる。即ち、制御部 4 0 は、ロボット 1 および周辺の位置情報を正確に把握することができる。つまり、例えばユーザーがロボット 1 を持ち運んだり向きを変えたりした場合にも、ロボット 1 の制御部 4 0 は、周辺（作業環境）に固定設置されたカメラ等に頼ることなく、自己の位置を自動的に把握することができる。即ち、ロボット 1 の位置等を変えても、そのための再調整の操作を行う必要がない。

【 0 0 7 6 】

10

また、本実施形態によると、先端部 3 1 に固定された第 2 カメラで撮影した画像を用いて、制御部 4 0 が操作対象物体や場所等を認識する。つまり、ロボットとカメラとの位置関係を設定する操作を行う必要がない。

【 0 0 7 7 】

また、本実施形態によると、ロボット 1 は、比較的広域を撮影する第 1 カメラと、アームの先端部 3 1 に固定設置された第 2 カメラとを併用する。これにより、ロボット 1 は、周辺全体を見渡して把握しつつ、先端の操作対象物体等を細かく認識することが可能となる。つまり、ロボット 1 は正確な作業を行えるようになる。加えて、第 1 カメラ 1 4 の解像度や精度は、遠距離から対象物の存在する位置が認識できる程度のものであればよい。また、第 2 カメラ 3 4 の解像度や精度は、近距離から対象物の形状を認識できる程度のも

20

のであればよい。これら 2 種類のカメラの使い分けにより、必ずしも、精度や解像度が特別に高いカメラを用いずともロボット 1 は正確な作業を実施できる。カメラモジュールの選択の自由度が広がる。

操作対象物体等に近づいて詳細な状況を把握することと、全体を広く見渡すこととは、背反する要求であるが、本実施形態のロボット 1 は、固定カメラを設置することなく、それら両方の要求を満たすことが可能となる。

また、対象物体がカメラの視野の外に出てしまい、ロボット 1 が対象物体を見失った場合でも、アームを動かすことにより、カメラがアームとともに動き再度対象物体を捉えることができる。死角が発生した場合でもアームの動きによって解消できる可能性があるため、カメラを固定する際の配置や角度に自由度がある。

30

【 0 0 7 8 】

[第 2 実施形態]

次に、第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態の特徴は、先端部 3 1 に複数のレーザー照射部が設けられており、それら複数のレーザー照射部のうちの少なくとも 1 つは、他のレーザー照射部とは異なる方向にレーザーを照射することである。

【 0 0 7 9 】

図 8 は、本実施形態による特徴的部分である先端部 3 1 b の詳細な構成を示す概略図（側面図）である。また、同図は、本実施形態での複数のレーザー照射部の配置と、レーザーが照射される面との関係を示している。図示するように、先端部 3 1 b は、複数のレーザー照射部を備える。具体的には、先端部 3 1 b は、レーザー照射部 3 2 - 1 および 3 2 - 2 を有している。また、先端部 3 1 b は、第 2 カメラ 3 4 を備えている。なお、先端部 3 1 b に備えられているフィンガー 3 3 をこの図では省略している。

40

【 0 0 8 0 】

図示するように、レーザー照射部 3 2 - 1 が照射する方向（破線 A で示す）と、レーザー照射部 3 2 - 2 が照射する方向（破線 B で示す）とは、異なる。つまり、複数のレーザー照射部のうちの少なくとも 1 つは、他のレーザー照射部とは異なる方向にレーザーを照射する。これら 2 つのレーザー照射部 3 2 - 1 および 3 2 - 2 は、設置面 5 に投射される。このとき、先端部 3 1 b と設置面 5 との距離に応じて、この 2 本のレーザーによって照

50

射されるポイント間の設置面上での距離が異なる。

【0081】

図9および図10は、図8に示したレーザー照射部がそれぞれ設置面5に投射するパターンの例を示す概略図である。図9は、レーザー照射部と設置面とが、ある距離だけ離れている場合の、設置面5に投射されるパターンを示す。図10は、レーザー照射部が図9のときよりも設置面に近づいた場合の、設置面5に投射されるパターンを示す。

図9において、上側の十字型（斜めの十字型）は、レーザー照射部32-2によって照射されているパターンである。また、下側の十字型（縦線および横線からなる十字型）は、レーザー照射部32-1によって照射されているパターンである。

図10において、破線で示す十字型は、図9において上側の十字型が投射されていた位置を示す。また、2個の実線による十字型のうち、上側の十字型（斜めの十字型）は、レーザー照射部32-2によって照射されているパターンである。また、下側の十字型（縦線および横線からなる十字型）は、レーザー照射部32-1によって照射されているパターンである。

このように、図9の場合と図10の場合とで、投射されるパターン間の距離が異なる。言い換えれば、投射されるパターンにおける両者間の距離を測定することにより、レーザー照射部の位置から投射面の位置までの距離を推定することができる。

【0082】

図11は、先端部31bの詳細な構成を示す概略図（側面図）である。また、同図は、本実施形態での複数のレーザー照射部の配置と、レーザーが照射される面との関係を示している。この図を参照しながら、次に、先端部31bと設置面5との間の距離を測定する方法を説明する。

【0083】

図示するように、先端部31bには、2個のレーザー照射部32-1および32-2が設けられている。レーザー照射部32-1とレーザー照射部32-2との光源間の距離はxである。レーザー照射部32-1からは真下に（設置面5に対して垂直に）レーザー光（光線A）が照射されるようになっている。また、レーザー照射部32-2からは斜め方向に、つまり水平面（例えば先端部31bの底面）から下方方向に の角度の方向に、レーザー光（光線B）が照射されるようになっている。レーザー照射部32-1および32-2の位置およびレーザー照射方向が変わらない限り、xおよび の値は不変である。

【0084】

先端部31bに取り付けられた第2カメラ34は、下方方向を、即ち設置面5の方向を撮影する。制御部40は、第2カメラ34が撮影した画像を取得し、次のように、先端部31bの底面（ロボットの先端部）から設置面5までの距離を求める。つまり、制御部40は、撮影された画像を基にスケール処理を行い、光線Aの設置面5への照射位置のポイント（レーザー照射部32-1からの照射）と、光線Bの設置面5への照射位置のポイント（レーザー照射部32-2からの照射）との距離を求める。その距離をdとする。また、既に述べたように両光源間の距離はxであるので、先端部31bの底面から設置面5までの距離zを、制御部40は、次の式により計算する。ここで、 $\tan(\)$ は正接関数である。

$$z = (x - d) \cdot \tan(\)$$

【0085】

以上のように、先端部31bに、真下に（垂直に）照射するように取り付けられたレーザー照射部32-1と、斜めに（角度 で）照射するように取り付けられたレーザー32-2とが、それぞれ設置面5にレーザー光を照射する。そして、第2カメラ34が撮影した画像を基に、制御部40は、設置面5に照射された2点のレーザー光を認識する。制御部40はこの2点間の距離に基づいて先端部31bの底面から設置面5までの距離（高さ）を測定する。これにより、制御部40は、フィンガー33を用いて対象物をつかむ際の高さ方向の移動量を求めることができる。

【0086】

10

20

30

40

50

なお、次のような変形例によって制御部 40 が先端部 31b の高さを測定するようにしてもよい。例えば、レーザー照射部 32-1 を先端部 31b に取り付ける際、照射方向が真下（先端部 31b の底面に対して垂直）でなくてもよい。レーザー照射部 32-1 の照射方向が斜め（但し、既知の角度での照射）であっても、適宜、制御部 40 は高さを算出することができる。また、例えば、設置面 5 に照射したレーザー光を認識するために、第 2 カメラ 34 で撮影した画像の代わりに、第 1 カメラ 14L や 14R で撮影した画像を用いてもよい。

【0087】

また、レーザー照射部 32-1 および 32-2 が照射するレーザー光が交差後に設置面 5 に照射されてもよい。

図 12 は、2本のレーザー光が交差した後に設置面に照射される例を示す先端部 31b の概略図（側面図）である。図示するように、レーザー照射部 32-1 は、真下に（設置面 5 に対して垂直に）レーザー光（光線 A）を照射する。また、レーザー照射部 32-2 は、先端部 31b からの角度で斜め下方向にレーザー光（光線 B）を照射する。光線 A と B とは交差した後に、設置面 5 に照射される。設置面 5 における照射ポイント間の距離は d である。また、レーザー照射部 32-1 と 32-2 との光源間の距離は x である。この場合、制御部 40 は、光線 A および B が交差した後に設置面 5 に照射されていることを前提として、先端部 31b の底面から設置面 5 までの距離 z を、次の式により計算する。

$$z = (x + d) \cdot \tan(\quad)$$

【0088】

以上説明した通り、本実施形態によれば、制御部 40 は対象物をつかむ位置を自動的に算出できるため、ロボットの設置場所を変更した場合にも、対象物をつかむ位置を設定する操作を行う必要がない。つまり、小型のロボットの可搬性を損なうことなく、ロボット動作の自動化を実現できる。

【0089】

[第3実施形態]

次に、第3実施形態について説明する。第3実施形態の特徴は、ロボットが自律移動部を備えている点である。これにより、ロボットは、設置面に固定して置かれるだけでなく、広範囲に移動することもできる。

【0090】

図 13 は、本実施形態によるロボット 2 の移動動作の概略を示す概略図である。図示する例では、ロボット 2a は移動前の位置を表し、ロボット 2b は移動後の位置を表す。同図に示すように、ロボット 2 が稼働する場所には、レール 201 が敷設されている。またレール 201 の近くに、ロボット 2 が操作対象とする対象物 202 が置かれている。ロボット 2 は、例えばモーターによって車輪（不図示）を駆動することにより、レール 201 に沿って前後方向に移動することができる。あるいは、ロボット 2 は、レール 201 上だけでなく、車輪（例えば 4 輪）で平面上を任意の方向に自由に移動できるようになっている。ロボット 2 の制御部 40 が車輪を駆動するよう制御することにより、ロボット 2 は対象物 202 に近付くことができる。また、ロボット 2 は、状況に応じて、所望の位置に移動することができる。

【0091】

なお、上記の、車輪およびそれらの車輪を駆動する機構を、「自律移動部」と呼ぶ。即ち、自律移動部は、ロボットが設置面を自律移動するための機能である。自律移動部は、制御部 40 によって制御される。自動移動部が機能することにより、アームが届かない位置に対象物やプレースがある場合や、第 1 カメラ 14 から目的物やプレースが視認できない場合にも、ロボット 2 は、自律的に所望の対象物あるいはプレースの近傍に移動することができる。

【0092】

図 14, 図 15, 図 16, 図 17 は、本実施におけるロボット 2 の処理の手順を示すフローチャートである。このフローチャートは、ロボット 2 がターゲットの物体をつかんで

10

20

30

40

50

ブレース位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すものである。図14, 図15, 図16, 図17は、結合子によって結合された1つのフローチャートである。以下、このフローチャートに沿って、処理手順について説明する。

【0093】

図14のステップS101からS105までの処理は、それぞれ対応する図4のステップS1からS5までの処理と同様のものである。

ステップS106において、制御部40は、ターゲットにアームが届く範囲にあるか否かを判定する。なお、ターゲットの認識処理(ステップS105)を行った結果としてターゲットが見つからない場合も、制御部40は、ターゲットにアームが届く範囲にはないと判断する。ターゲットにアームが届く範囲にあると判断した場合(ステップS105: YES)、ステップS108に進む。ターゲットにアームが届く範囲にないと判断した場合(ステップS105: NO)、ロボットを移動させてターゲットを認識しなおすために、ステップS107に進む。

10

【0094】

ステップS107に進んだ場合、制御部40は、自律移動部を制御し、ロボット2自身を移動させる。具体的には、ロボット2の車輪を動かすことにより、ロボット2を所定の位置まで移動させる。本ステップの終了後は、ステップS101に戻って処理を続ける。

【0095】

ステップS108に進んだ場合、ステップS108からS111までにおいて、制御部40は、アームを移動させる制御を行い、第2カメラ34から取得した画像に基づいてターゲットの位置を認識する。この処理は、図4のステップS6からS9までの処理と同様のものである。

20

次に、ステップS112において、制御部40は、図4のステップS10と同様の判断を行い、判断結果に応じて分岐する。即ち、先端部31の位置(アームの位置)が適切である場合(ステップS112: YES)には、図15のステップS114に進む。先端部31の位置が適切ではない場合(ステップS112: NO)には、位置を補正するためにS113に進む。

ステップS113に進んだ場合には、制御部40は、図4のステップS11と同様の判断を行い、判断結果に応じて分岐する。即ち、ターゲットが第2カメラの視野内である場合(ステップS113: YES)には、アームの再移動による位置の補正を行うために、ステップS108に進む。ターゲットが第2カメラの視野内ではない場合(ステップS113: NO)には、第1カメラによるターゲットの捕捉からやり直すために、ステップS101に戻る。

30

【0096】

図15のステップS114からS124までの処理は、それぞれ、図5のステップS12からS22までの処理と同様のものである。図15のステップS124の処理が終了すると、ステップS125に移る。

【0097】

図16のステップS125からS127までの処理は、それぞれ、図6のステップS23からS25までの処理と同様のものである。

40

次に、ステップS128において、制御部40は、ブレースにアームが届く範囲にあるか否かを判定する。なお、ブレースの認識処理(ステップS127)を行った結果としてブレースが見つからない場合も、制御部40は、ブレースにアームが届く範囲にはないと判断する。ブレースにアームが届く範囲にあると判断した場合(ステップS128: YES)、ステップS130に進む。ブレースにアームが届く範囲にないと判断した場合(ステップS128: NO)、ロボットを移動させてターゲットを認識しなおすために、ステップS129に進む。

【0098】

ステップS129に進んだ場合、制御部40は、自律移動部を制御し、ロボット2自身を移動させる。具体的には、ロボット2の車輪を動かすことにより、ロボット2を所定の

50

位置まで移動させる。本ステップの終了後は、ステップ S 1 2 5 に戻って処理を続ける。

【 0 0 9 9 】

ステップ S 1 3 0 に進んだ場合、ロボット 2 は、ステップ S 1 3 0 から S 1 3 5 までの処理を行う。ステップ S 1 3 0 から S 1 3 5 までの処理は、図 6 のステップ S 2 6 から S 3 1 までの処理と同様のものである。

ステップ S 1 3 4 において、制御部 4 0 がアーム位置はプレスに対して適切であると判定した場合（ステップ S 1 3 4 : Y E S ）、図 1 7 のステップ S 1 3 6 に移る。ステップ S 1 3 4 において、制御部 4 0 がアーム位置はプレスに対して適切ではないと判定した場合（ステップ S 1 3 4 : N O ）、ステップ S 1 3 5 に移る。ステップ S 1 3 5 において図 6 のステップ S 3 1 と同様の判定を行うことにより、ステップ S 1 2 5 または S 1 3 0 のいずれが適切な側の処理に戻る。

【 0 1 0 0 】

図 1 7 のステップ S 1 3 6 に進んだ場合、ロボット 2 は、ステップ S 1 3 6 および S 1 3 7 の処理を行う。ステップ S 1 3 6 および S 1 3 7 の処理は、それぞれ、図 7 のステップ S 3 2 および S 3 3 の処理と同様のものである。

ステップ S 1 3 7 の処理が終了すると、本フローチャート全体の処理手順を終了する。

【 0 1 0 1 】

以上のように、ロボット 2 が自律移動した場合には、その移動先において、ロボット 2 は、第 1 カメラを用いて周囲の画像を取得し直し、座標変換等を行って合成済画像を生成する。

このとき、制御部 4 0 は、平面画像（合成済画像）中の台座 1 1 の位置に基づいて、上記移動先でのアームの先端と設置面との座標関係を認識することができる。

【 0 1 0 2 】

以上説明したように、本実施形態によれば、任意の場所に移動した後でも、第 1 カメラおよび第 2 カメラは、必ずロボットの周囲を観測可能な位置に設置されており、ターゲットやプレスの位置を認識することができる。移動型ロボットの自律移動性を損なうことなく、ロボットの動作の自動化が可能となる。

【 0 1 0 3 】

[第 4 実施形態]

次に、第 4 実施形態について説明する。第 4 実施形態の特徴は、第 1 カメラと第 2 カメラを同時に使用しながらロボットを操作することである。つまり、本実施形態では、制御部 4 0 の制御により、第 1 カメラ 1 4 L , 1 4 R および第 2 カメラ 3 4 は、同時に対象物を撮影する。また、制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 L , 1 4 R および第 2 カメラ 3 4 によって同時にそれぞれ撮影された画像に基づいて、アームの位置や向きを変えるよう制御する。

【 0 1 0 4 】

図 1 8 , 図 1 9 , 図 2 0 は、本実施におけるロボット 3 の処理の手順を示すフローチャートである。このフローチャートは、ロボット 3 がターゲットの物体をつかんでプレス位置まで運ぶ動作を制御するための処理の手順を示すものである。図 1 8 , 図 1 9 , 図 2 0 は、結合子によって結合された 1 つのフローチャートである。以下、このフローチャートに沿って、処理手順について説明する。

【 0 1 0 5 】

図 1 8 のステップ S 2 0 1 から S 2 0 7 までの処理は、それぞれ、図 4 のステップ S 1 から S 7 までの処理と同様である。

次に、ステップ S 2 0 8 において、制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R と、第 2 カメラ 3 4 との両方が、それぞれ撮影を行うよう制御する。制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R と、第 2 カメラ 3 4 とから、画像を取得する。つまり、制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 L , 1 4 R および第 2 カメラ 3 4 を同時に使用する。

【 0 1 0 6 】

次に、ステップ S 2 0 9 において、制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 L , 1 4 R および第

10

20

30

40

50

2カメラ34から取得した画像を用いて、ターゲットの位置を認識する。第1カメラ14L, 14Rと第2カメラ34の両方を使うことにより、例えば第2カメラ34の視野内にターゲットがない場合でも、第1カメラ14L, 14Rで撮影した画像を基に合成した合成済画像に基づいて、制御部40は、どの方向にターゲットがあるかを認識することができる。

【0107】

次に、ステップS210において、制御部40は、アームの先端部31の位置がターゲットに対して適切（例えば、先端部31がターゲットの上方にあり、ターゲットに近づくことができる）か否かを判定する。アーム位置がターゲットに対して適切である場合（ステップS210：YES）には、図19のステップS211に進む。アーム位置が適切ではない場合（ステップS210：NO）には、アームの移動を再度行うためにステップS206に戻る。

10

【0108】

図19のステップS211からステップS221までの処理は、それぞれ、図5のステップS12からステップS22までの処理と同様である。

【0109】

次に、図20のステップS222からステップS226までの処理は、それぞれ、図6のステップS23からステップS27までの処理と同様である。

次に、ステップS227において、制御部40は、第1カメラ14Lおよび14Rと、第2カメラ34との両方が、それぞれ撮影を行うよう制御する。制御部40は、第1カメラ14Lおよび14Rと、第2カメラ34とから、画像を取得する。

20

次に、ステップS228において、制御部40は、第1カメラ14L, 14Rおよび第2カメラ34から取得した画像を用いて、プレースの位置を認識する。第1カメラ14L, 14Rと第2カメラ34の両方を使うことにより、例えば第2カメラ34の視野内にプレースがない場合でも、第1カメラ14L, 14Rで撮影した画像を基に合成した合成済画像に基づいて、制御部40は、どの方向にプレースがあるかを認識することができる。

【0110】

次に、ステップS229において、制御部40は、アームの先端部31の位置がプレースに対して適切か否かを判定する。アーム位置がプレースに対して適切である場合（ステップS229：YES）には、ステップS230に進む。アーム位置が適切ではない場合（ステップS229：NO）には、アームの移動を再度行うためにステップS225に戻る。

30

次のステップS230およびステップS231の処理は、それぞれ、図7のステップS32およびステップS33の処理と同様である。

ステップS231の処理が終わると、ロボット3は、このフローチャートの処理をすべて終了する。

【0111】

以上のように、本実施形態では、制御部40は、第1カメラと第2カメラとを同時に使用してターゲットの位置やプレースの位置を認識する。

これにより、例えば第2カメラ34の視野内にターゲットやプレースがない場合でも、第1カメラ14L, 14Rによりどの方向にターゲットやプレースがあるかを認識できる。よって、制御部40は、より早く、ターゲットやプレースの位置にアームのセンタ部を移動させるよう制御することができる。

40

つまり、本実施例によれば、比較的小型のロボットの可搬性や機動性を損なうことなく、ロボット動作の自動化を実現することができる。

【0112】

[第5実施形態]

次に、第5実施形態について説明する。第5実施形態によるロボット4の特徴は、レーザー照射部が照射した設置面を撮影し、得られた画像に基づいて設置面の段差を把握・測定することである。

50

【 0 1 1 3 】

図 2 1 は、設置面が段差を有する場合のロボットの動作環境を示す斜視図である。図示するように、設置面 5 は段差を有している。その段差の上側の段が 5 U であり、下側の段が 5 L である。ロボット 4 の先端部 3 1 に設けられたレーザー照射部 3 2 は、図示する例では、十字型のパターンを形成するようにレーザー光線を照射している。第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R は、レーザー光線が照射された、段差を有する設置面を撮影する。撮影された画像に含まれるレーザー光の照射の形状により、制御部 4 0 は、設置面に段差が存在することを認識することができる。

【 0 1 1 4 】

図 2 2 は、段差を有する設置面を第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R で撮影した画像を基に、座標変換および合成の処理を行って得られる合成済画像を示す。同図において、設置面の上側の段は 5 U であり、下側の段は 5 L である。また破線で示す 5 G は段差を表す。

【 0 1 1 5 】

図 2 3 は、レーザー照射部 3 2 による照射方法の一例を示す概略図である。同図は、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R が複数のタイミングで撮影した画像を合成して得られる合成済画像である。図示する例では、レーザー照射部 3 2 は、設置面 5 の所定の領域に、3 行 4 列の計 1 2 個のポイント (P 1 1 から P 1 4 まで、P 2 1 から P 2 4 まで、P 3 1 から P 3 4 まで) を照射する。同図に示す例では、設置面 5 内の当該領域には段差や凸凹はない。ロボット 4 は、アームを動かすことによって先端部 3 1 に設けられるレーザー照射部 3 2 の位置を順次変えながら、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R による撮影を行う。つまり、まず、レーザー照射部 3 2 が P 1 1 の位置を照射しているときに第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R が撮影を行い、次に、レーザー照射部 3 2 が P 1 2 の位置を照射しているときに第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R が撮影を行い、以下同様に繰り返す。つまり、レーザー照射部 3 2 が P 1 1 から P 3 4 までの 1 2 個のポイントを順次照射しながら、各ポイントを照射しているタイミングにおいて第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R が撮影を行う。制御部 4 0 は、アームを移動させる制御と、第 1 カメラ 1 4 L , 1 4 R による撮影を実行するための制御を、順次行う。また、制御部 4 0 は、第 1 カメラ 1 4 L および 1 4 R から取得した画像の座標変換と左右合成を行うことにより、各照射タイミングに対応する計 1 2 枚の合成済画像を生成する。さらに、制御部 4 0 は、各ポイントの照射のタイミングに対応する 1 2 枚の画像をすべて重ね合わせる合成処理を行う。その結果、制御部 4 0 は、図 2 3 に示す 1 2 個のポイント (照射されているポイント) を含む 1 枚の合成済画像を生成する。

【 0 1 1 6 】

図 2 4 は、設置面 5 に段差がある場合に、図 2 3 で説明したのと同じ手順で生成した合成済画像を示す概略図である。図 2 4 に示す画像は、図 2 3 で説明したのと同じ手順で制御部 4 0 がアームを動かすよう制御して、レーザー照射装置 3 2 が図 2 3 の場合と同じ 1 2 種類の位置から順次撮影した画像を合成したものである。但し、図 2 3 の画像は段差のない設置面 5 に照射されたレーザー光を撮影したものであるのに対して、図 2 4 の画像は、図 2 1 にも示した段差の存在する設置面 5 を撮影して得られたものである。図示するように、P 1 1 から P 1 4 までの点は、図 2 3 の画像と図 2 4 の画像とで同じ位置に現れる。一方、5 G の位置の段差が存在するため、P 2 1 から P 2 4 まで、および P 3 1 から P 3 4 までの点の位置は、図 2 3 の画像と図 2 4 の画像との間でずれる。

【 0 1 1 7 】

図 2 5 , 図 2 6 , 図 2 7 は、上記の点の位置のずれが生じる原理を説明するための概略図である。

図 2 5 は、ロボット 4 と、設置面 5 と、ロボット 4 による照射のポイントと、そのポイントを含む領域を撮影するカメラ (第 1 カメラ) との関係を示す側面図である。また、図 2 6 は、図 2 5 に対応する平面図である。

【 0 1 1 8 】

図示するように、ロボット 4 が有するレーザー照射部 3 2 が、設置面 5 U 上の点である P 2 1 に向けた照射を行う。しかしながら、この例では、段差があることによって、レー

10

20

30

40

50

レーザー照射部 3 2 から発せられるレーザー光は、面 5 U よりも低い位置にある面 5 L 上の点を照射する。第 1 カメラ 1 4 は、この段差を有する面を撮影する。レーザー照射部 3 2 は P 2 1 に向けた照射を行っているが、第 1 カメラ 1 4 が撮影する画像は、照射されている点はあたかも設置面 5 上の点である P 2 1 ' の位置に存在する点であるかのような画像となる。図 2 6 (平面図) を参照すると、面 5 L 上の点である P 2 1 の方向を照射しているレーザー光が、別の点である P 2 1 ' の位置を照射しているかのように見える画像が生成される。

【 0 1 1 9 】

図 2 7 は、図 2 5 と同様の側面図であり、図 2 5 に現れる代表的な位置と位置との間の距離の情報を抽出した側面図である。設置面 5 を基準としたときのレーザー照射部 3 2 の光源の高さを z とする。面 6 (設置面 5 よりも下) を基準としたときのレーザー照射部 3 2 の光源の高さを z' とする。点 P 2 1 から第 1 カメラ 1 4 のレンズの主点までの、水平方向の距離を r' とする。また、点 P 2 1 ' から第 1 カメラ 1 4 のレンズの主点までの、水平方向の距離を r とする。 r と r' の差である d が、段差が存在することによるレーザー照射位置のずれ量である。つまり、 $d = r' - r$ である。

これらの量を用いて、制御部 4 0 は、設置面 5 と面 6 との間の高さ z を、次の式に基づいて算出することができる。

$$z = (z' - z) = d * z' / r = d * z / (r - d)$$

【 0 1 2 0 】

図 2 5 や図 2 6 では、P 2 1 について説明したが、制御部 4 0 は、すべての照射点について同様の計算をすることにより、面の段差の状況や凹凸の状況を把握できる。制御部 4 0 は、算出した高さの情報に基づいて、ターゲットをつかんだり離したりする高さを決定することができる。

【 0 1 2 1 】

レーザー照射部 3 2 による照射パターンは他の形状であってもよい。例えば、照射パターンは、十字型 (交わる 2 本の線分によるもの) であってもよい。

また、レーザー照射部 3 2 は、複数の発光部 (光源) を有していてもよい。この場合、例えば設置面上の複数のポイントを同時に照射することができる。例えば、レーザー照射部 3 2 は、図 2 3 に示す 1 2 個のポイントのうちいくつかを同時に照射することができる。また、レーザー照射部 3 2 は、時分割で複数のポイントを照射するようにしてもよい。また、照射するポイントの数は 1 2 個でなくともよい。また、レーザー照射部 3 2 は、必ずしも設置面に対して垂直に照射しなくてもよい。レーザー照射部 3 2 が斜め方向に設置面を照射してもよい。

【 0 1 2 2 】

なお、複数のタイミングで撮影した画像を合成 (重ね合わせ) して図 2 4 に示す画像を生成する代わりに、各タイミングで撮影して得られた合成済画像における照射光の位置にそれぞれ基づいて、設置面の段差あるいは凹凸を算出するようにしてもよい。

【 0 1 2 3 】

つまり、本実施形態では、制御部 4 0 は、レーザー照射部 3 2 が、設置面 5 上の複数の所定位置の方向に光を順次照射するよう、先端部 3 1 を移動させながら制御する。また、制御部 4 0 は、複数の所定位置の方向にレーザー照射部 3 2 が光を照射しているタイミングの各々に対応して複数の合成済画像 (平面図画像) を生成する。また、制御部 4 0 は、複数の合成済画像 (平面図画像) に含まれる所定パターンの光の位置に基づいて、設置面 5 の段差や凹凸を算出する。この過程において、上記複数のタイミングの合成済画像を重ね合わせる処理を行い、1 枚の合成済画像 (平面図画像) を生成してもよい。

【 0 1 2 4 】

以上説明したように、本実施形態によれば、ロボット 4 は、設置面の段差や起伏を自動的に把握できる。したがって、ロボット 4 の設置場所を変更した場合でも、ターゲットをつかむ高さなどの位置を設定する操作を行う必要がない。つまり、小型のロボットの可搬性を損なうことなく、ロボット動作の自動化を実現できる。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 5 】

なお、上述した各実施形態におけるロボットの制御部 40 の少なくとも一部の機能をコンピュータで実現することができる。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現しても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM、DVD-ROM、USB メモリー等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、一時的に、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバーやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリーのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでも良い。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

10

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 2 6 】

本発明は、例えば産業用あるいは娯楽用等、あらゆる種類のロボットに利用することができる。ただし、本発明の利用範囲は、ここに例示したものには限定されない。

20

【 符号の説明 】

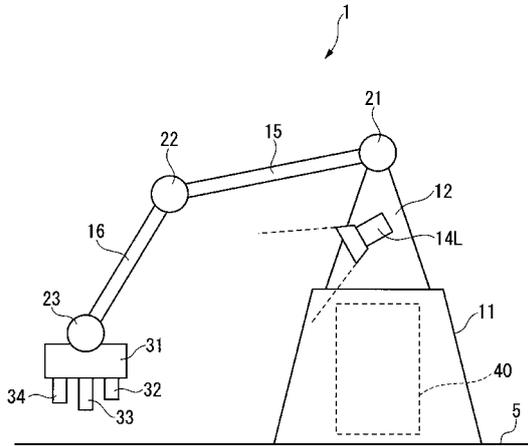
【 0 1 2 7 】

- 1, 2, 2 a, 2 b, 3, 4 ロボット
- 5, 5 L, 5 U 設置面
- 1 1 台座
- 1 2 支柱
- 1 4, 1 4 L, 1 4 R 第 1 カメラ
- 1 5 第 1 アーム
- 1 6 第 2 アーム
- 2 1 第 1 関節
- 2 2 第 2 関節
- 2 3 第 3 関節
- 3 1, 3 1 b 先端部 (ハンド)
- 3 2, 3 2 - 1, 3 2 - 2 レーザー照射部
- 3 3 フィンガー
- 3 4 第 2 カメラ
- 4 0 制御部
- 1 0 1 合成済画像 (平面図画像)
- 1 0 1 L, 1 0 1 R 座標変換済画像 (平面図部分画像)
- 2 0 1 レール
- 2 0 2 対象物

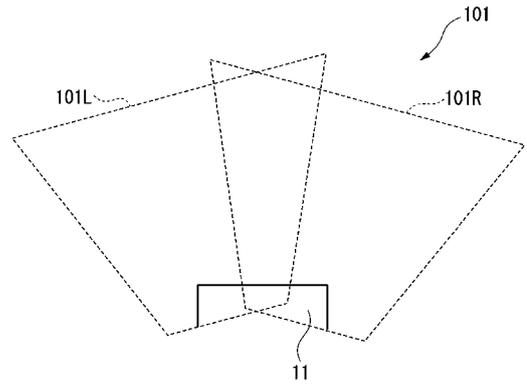
30

40

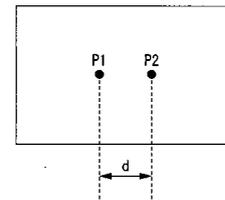
【 図 1 】



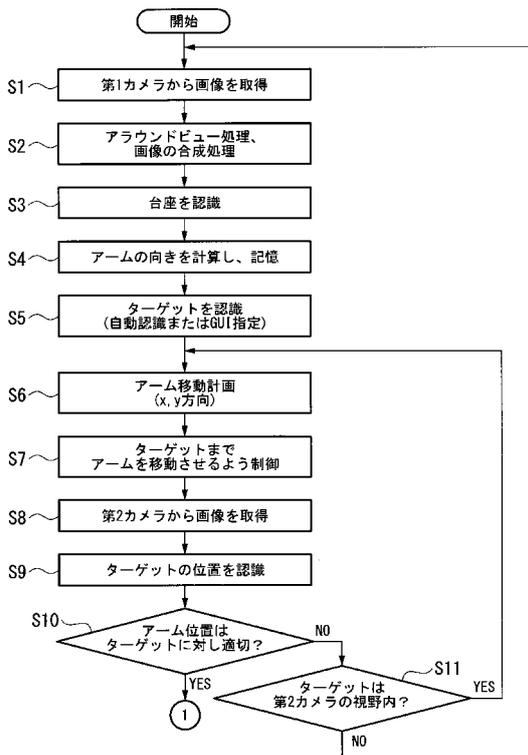
【 図 2 】



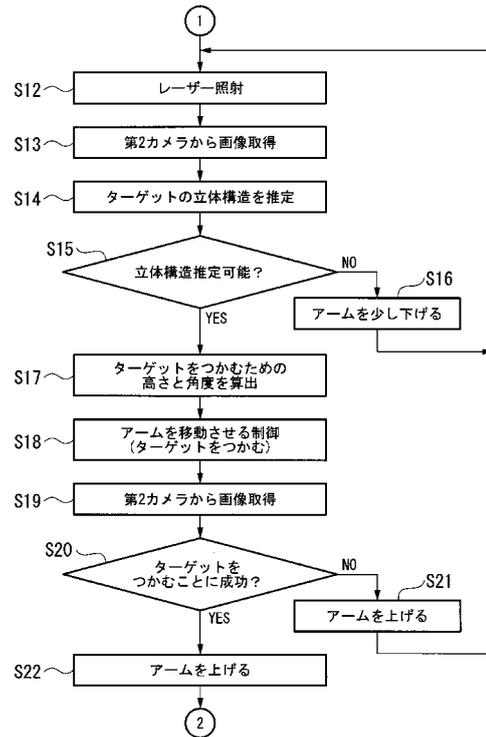
【 図 3 】



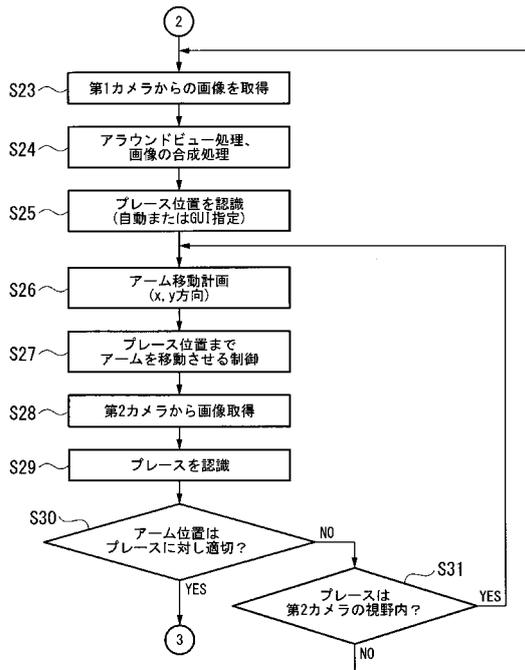
【 図 4 】



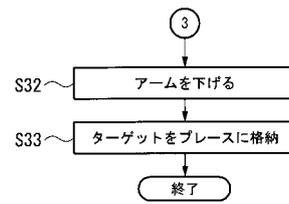
【 図 5 】



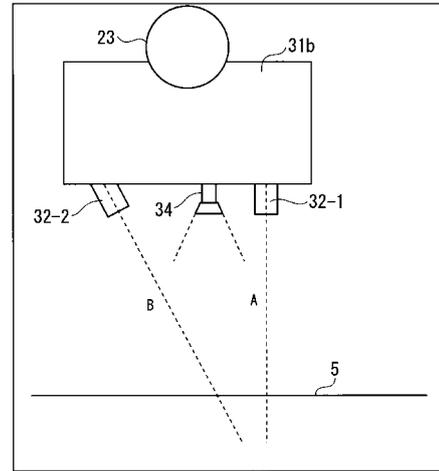
【 図 6 】



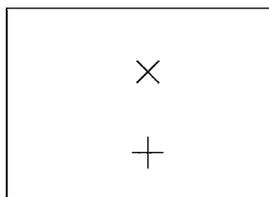
【 図 7 】



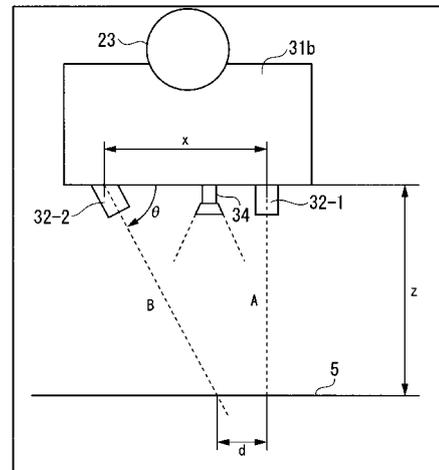
【 図 8 】



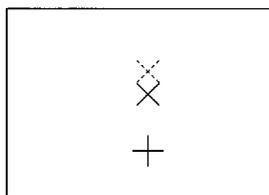
【 図 9 】



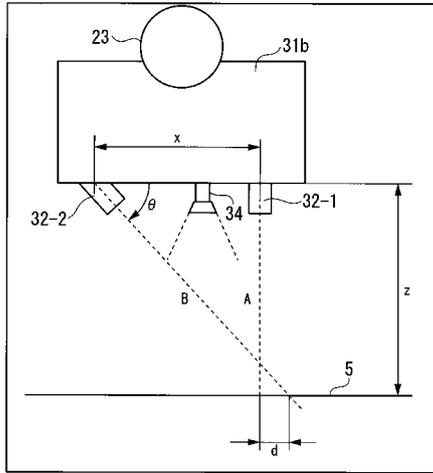
【 図 1 1 】



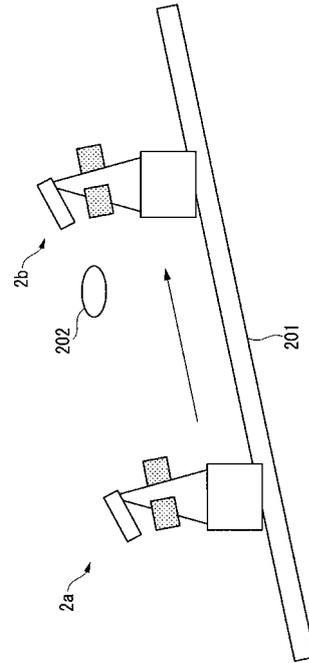
【 図 1 0 】



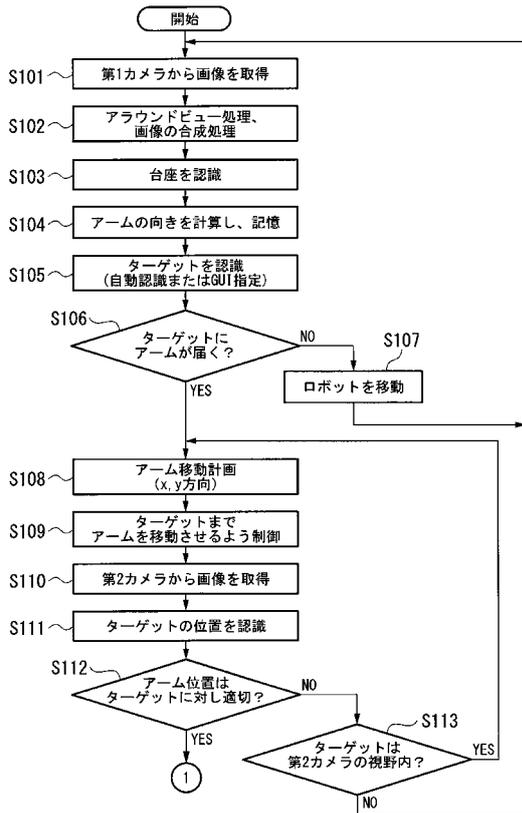
【 図 1 2 】



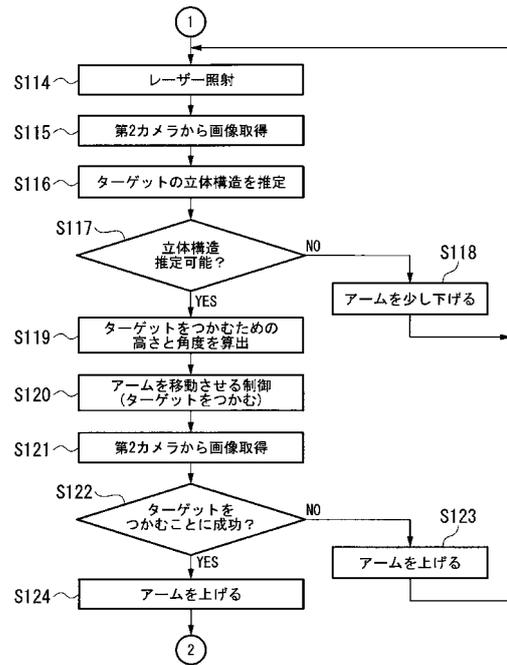
【 図 1 3 】



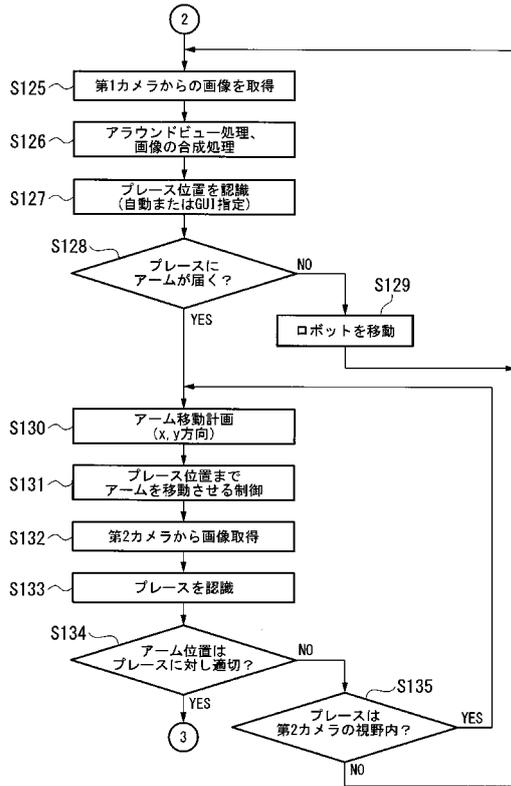
【 図 1 4 】



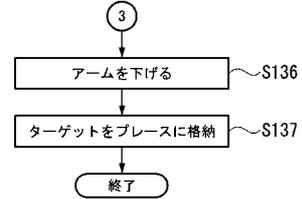
【 図 1 5 】



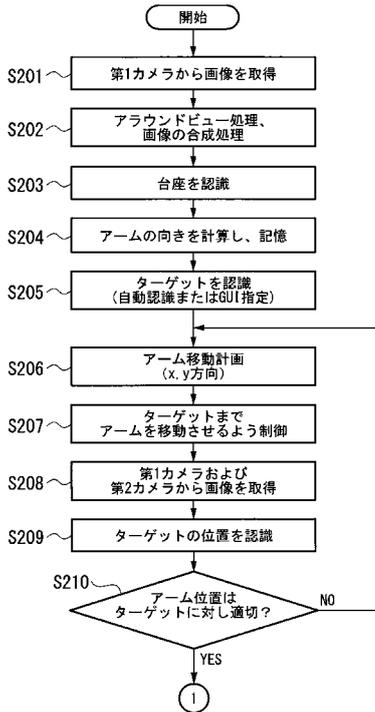
【 図 1 6 】



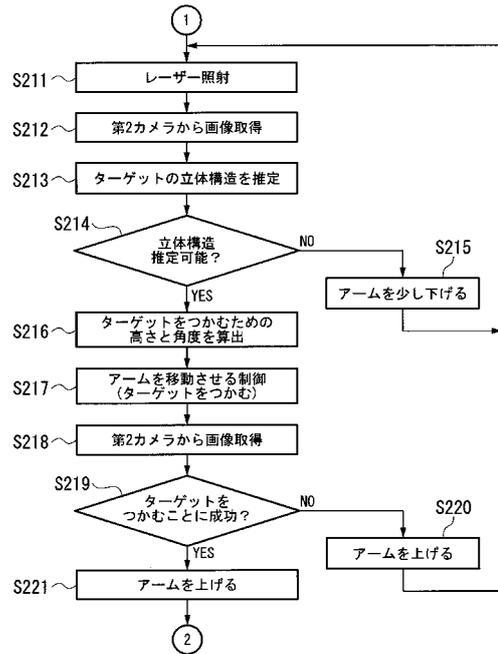
【 図 1 7 】



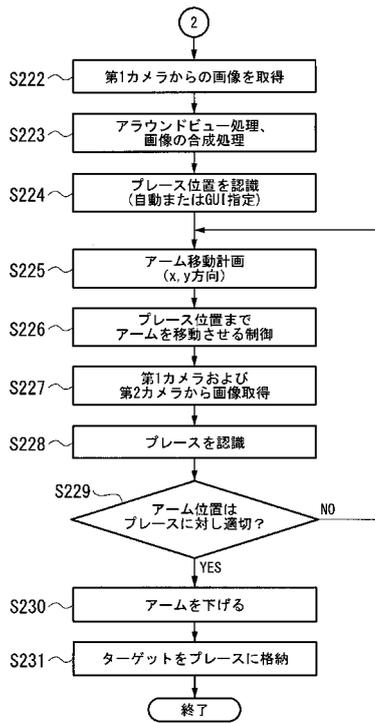
【 図 1 8 】



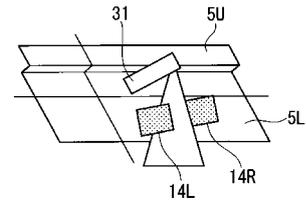
【 図 1 9 】



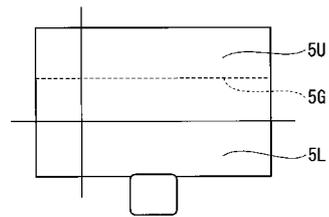
【 図 2 0 】



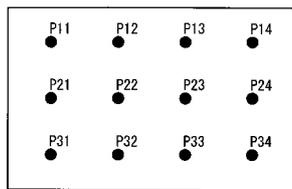
【 図 2 1 】



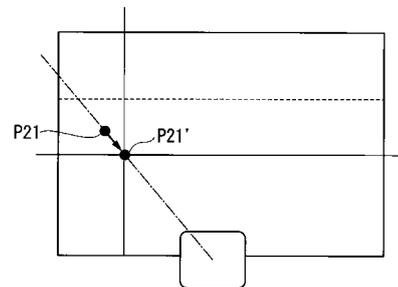
【 図 2 2 】



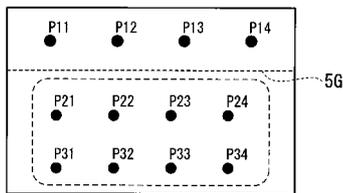
【 図 2 3 】



【 図 2 6 】

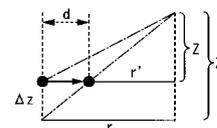
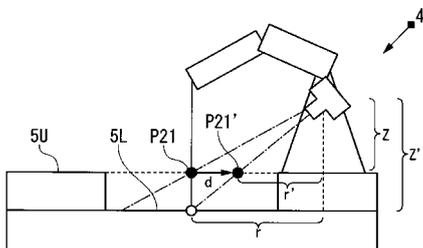


【 図 2 4 】



【 図 2 7 】

【 図 2 5 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2018/032118
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl. B25J13/08(2006.01) i, B25J19/04(2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int. Cl. B25J13/08, B25J19/04 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-51056 A (KAWADA KOGYO KK) 17 March 2011, paragraphs [0022]-[0040], [0077], fig. 1, 2, 5 (Family: none)	1-8
A	US 4636137 A (LEMELSON, Jerome H.) 13 January 1987, column 5, line 29 to column 7, line 20, fig. 3 & US 4773815 A & US 5017084 A & US 5281079 A & US 5570992 A & US 5672044 A	1-8
A	JP 2016-78184 A (FANUC LTD.) 16 May 2016, paragraphs [0008]-[0023], fig. 1, 2 & US 2016/0112694 A1, paragraphs [0011]-[0026], fig. 1, 2 & DE 102015013161 A & CN 105522592 A	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03.10.2018		Date of mailing of the international search report 16.10.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/032118

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-148040 A (SEIKO EPSON CORP.) 21 August 2014, paragraphs [0038]-[0041], [0048], [0051], [0057], [0063]-[0066], [0081], [0086], fig. 1 (Family: none)	1-8
A	JP 2001-252883 A (DENSO CORP.) 18 September 2001, abstract (Family: none)	1-8
A	JP 2006-21300 A (SHARP CORP.) 26 January 2006, paragraphs [0027]-[0047], fig. 1 (Family: none)	1-8
A	JP 2014-188600 A (TOSHIBA CORP.) 06 October 2014, paragraphs [0016], [0023]-[0038], fig. 2 (Family: none)	1-8
A	WO 2017/056269 A1 (KOMATSU LTD.) 06 April 2017, paragraphs [0052]-[0062], [0084], [0123]-[0126] & US 2018/0087244 A1, paragraphs [0080]-[0090], [0113], [0152]-[0155] & KR 10-2017-0113604 A & CN 107407075 A	1-8
A	JP 2014-89095 A (FUJITSU LTD.) 15 May 2014, paragraphs [0016], [0017], fig. 1, 2 (Family: none)	1-8

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 3 2 1 1 8	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B25J13/08(2006,01)i, B25J19/04(2006,01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B25J13/08, B25J19/04			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 2011-51056 A (川田工業株式会社) 2011.03.17, 段落 [0022] - [0040], [0077], [図1] - [図2], [図5] (ファミリーなし)	1-8	
A	US 4636137 A (LEMELSON, Jerome H.) 1987.01.13, 第5欄第29行-第7欄第20行, 第3図 & US 4773815 A & US 5017084 A & US 5281079 A & US 5570992 A & US 5672044 A	1-8	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 03.10.2018		国際調査報告の発送日 16.10.2018	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 松井 裕典	3U 4657
		電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2018/032118
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2016-78184 A (ファナック株式会社) 2016.05.16, 段落 [0008] - [0023], [図1] - [図2] & US 2016/0112694 A1 段落 [0011] - [0026], 第1 - 2 図 & DE 102015013161 A & CN 105522592 A	1-8
A	JP 2014-148040 A (セイコーエプソン株式会社) 2014.08.21, 段落 [0038] - [0041], [0048], [0051], [0057], [0063] - [0066], [0081], [0086], [図1] (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2001-252883 A (株式会社デンソー) 2001.09.18, [要約] (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2006-21300 A (シャープ株式会社) 2006.01.26, 段落 [0027] - [0047], [図1] (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2014-188600 A (株式会社東芝) 2014.10.06, 段落 [0016], [0023] - [0038], [図2] (ファミリーなし)	1-8
A	WO 2017/056269 A1 (株式会社小松製作所) 2017.04.06, 段落 [0052] - [0062], [0084], [0123] - [0126] & US 2018/0087244 A1 段落 [0080] - [0090], [0113], [0152] - [0155] & KR 10-2017-0113604 A & CN 107407075 A	1-8
A	JP 2014-89095 A (富士通株式会社) 2014.05.15, 段落 [0016] - [0017], [図1] - [図2] (ファミリーなし)	1-8

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。