

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2016/151668 A1

(43) 国際公開日

2016年9月29日(29.09.2016)

W O P O | P C T

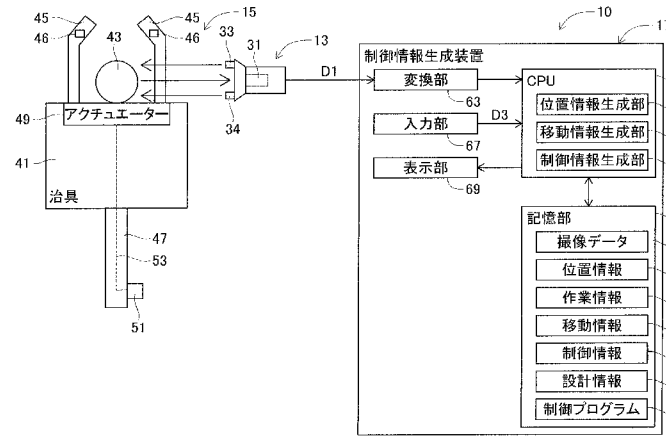
- (51) 国際特許分類 :
5 2 5 J 9/22 (2006.01) G05B 19/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP2015/058427
- (22) 国際出願日 : 2015年3月20日(20.03.2015)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (71) 出願人 : 富士機械製造株式会社 (FUJI MACHINE MFG. CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19垂地 Aichi (JP).
- (72) 発明者 : 藤田 政利 (FUJITA, Masatoshi) ; 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 見玉 誠吾 (KODAMA, Seigo); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人 : 特許業務法人ネクスト, 外 (NEXT INTERNATIONAL et al); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目11番20号 大永ビルディング7階 Aichi (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, 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, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: TEACHING DEVICE AND METHOD FOR GENERATING CONTROL INFORMATION

(54) 発明の名称 : ティーチング装置及び制御情報の生成方法



- 17 Control-information generation device
- 41 Jig
- 49 Actuator
- 61 CPU
- 63 Conversion unit
- 65 Storage unit
- 67 Input unit
- 69 Display unit
- 71 Position-information generation unit
- 73 Movement-information generation unit
- 75 Control-information generation unit
- D1 Imaging data
- D2 Position information
- D3 Task information
- D4 Movement information
- D5 Control information
- D6 Setting information
- D7 Control program

(57) Abstract: Provided is a teaching device capable of teaching not only movement tasks, but also more detailed task content. A teaching device (10) is equipped with an input unit (67) for inputting task information (D3) for a task in which a robot arm grips a work at a task position, or the like. When performing motion capture by moving a jig (15) (simulating a robot arm) provided with a marker section (43), a user operates the input unit 67 at appropriate timing and inputs the task content to be performed by the robot arm as the task information (D3), and as a result, it is possible to set detailed robot-arm task content in the teaching device (10). Thus, the teaching device (10) is capable of linking jig (15) position information (D2) or the like with the task information (D3), and generating control information (D5) for controlling the robot arm.

(57) 要約 : 移動作業だけでなく、より細かい作業内容も教示できるティーチング装置を提供すること。ティーチング装置(10)は、ロボットアームが作業位置において実施するワークを挟む作業等の作業情報(D3)を入力するための入力部(67)を備える。ユーザは、マーカー部(43)を設けた治具(15)(ロボットアームを模擬したもの)を動かしてモーションキャプチャーを実施する際に、適切なタイミングで入力部67を操作し、ロボットアームにさせたい作業内容を作業情報(D3)として入力することで、ティーチング装置(10)に対しロボットアームの細かい作業内容を設定することが可能となる。これにより、ティーチング装置(10)は、治具(15)の位置情報(D2)等と、作業情報(D3)とをリンクさせ、ロボットアームを制御する制御情報(D5)を生成することが可能となる。

2) 等と、作業情報(D3)とをリンクさせ、ロボットアームを制御する制御情報(D5)を生成することが可能となる。

WO 2016/151668 A1

添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第 21 条 (3))

明 細 書

発明の名称 : ティーチング装置及び制御情報の生成方法

技術分野

[0001] 本発明は、ロボットに対して動作を教示するためのティーチング装置及び当該ロボットを制御する制御情報を生成する方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、生産現場における省人化を図るべく、産業用ロボットを使用した作業の自動化が進んでいる。産業用ロボット、例えばロボットアームの中には、並行に配置した複数のアーム部によって1つのエンドエフェクタを支持するいわゆるパラレルリンク機構を備えるものや、多関節ロボットのような複数のアーム部を1方向に連結させてエンドエフェクタを支持するシリアルリンク機構を備えるものがある。

[0003] また、従来、ロボットアームで行う作業を人が模擬し、模擬した人の動作をモーションキャプチャーによって取得し、ロボットアームに対して教示するティーチング装置がある(例えば、特許文献1など)。特許文献1に開示されるティーチング装置では、作業者が測定装置(文献では、「モーションキャプチャー」)を手に装着した状態で動作させると、測定装置から送信される3次元座標データに基づいて、予め定められたサンプリング間隔で測定装置の位置をサンプリングする。ティーチング装置は、サンプリングしたデータに基づいて、移動位置、移動速度等を演算し、演算した移動位置を移動速度で移動するようにアーム部を制御している。

[0004] 特許文献1 : 特開2011-200997号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記したティーチング装置では、例えば、アーム部の移動位置や移動速度を演算して教示することは可能であるが、部品の供給位置や取り付け位置でのエンドエフェクタの細かい作業を人の指で模擬することは

難しい。

[0006] また、移動作業や取り付け作業などのアーム部やエンドエフェクタが実施する作業とは異なる作業、例えば、装置内の基準点を撮像し画像処理を行うことでエンドエフェクタの作業位置を調整する補正処理などを、アーム部の移動に合わせて一連の作業工程に盛り込みたい場合、従来のティーチング装置では、どのようなタイミングで、どのような種類の作業を盛り込めばいいのかを指示することは難しい。このため、例えば、モーションキャプチャーで制御情報を一度作成した上で、作成した制御情報のメインプログラムのどのステップの後に、補正処理等に対応したサプルーチンを追加するのを探る作業等が必要となってくる。

[0007] 本発明は、上記した課題を鑑みてなされたものであり、移動作業だけでなく、より細かい作業内容も教示できるティーチング装置及び制御情報の生成方法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] 上記課題を解決するために、本願の請求項 1 に記載のティーチング装置は、移動部と、移動部に設けられた作業部とを備えるロボットの動作を制御する制御情報を生成するティーチング装置であって、移動部の位置を示す位置マーカ一部を有する治具と、治具の移動にともなって移動する位置マーカ一部を検出する検出部と、作業部が作業位置において実施する作業に係わる作業情報を入力する入力部と、検出部が位置マーカ一部を検出した検出データと、入力部の作業情報とを処理する処理部と、を備え、処理部は、検出データに基づいて、位置マーカ一部の 3 次元座標の位置情報を生成する位置情報生成処理と、位置情報に基づいて、位置マーカ一部の移動方向及び移動速度に係わる移動情報を生成する移動情報生成処理と、位置情報及び移動情報に応じて移動部を移動させ、且つ作業情報に応じて作業部に作業をさせる一連の作業の制御情報を生成する制御情報生成処理と、を実行することを特徴とする。

[0009] また、請求項 2 に記載のティーチング装置では、請求項 1 に記載のティー

チング装置において、治具は、可動部と、可動部を駆動する駆動部と、可動部の位置を示す可動部用マーカ一部とを有し、処理部は、位置情報生成処理として、駆動部の駆動に基づいて可動部が動作するのにもなって移動する可動部用マーカ一部の位置情報を生成することを特徴とする。

[001 0] また、請求項 3 に記載のティーチング装置では、請求項 1 又は請求項 2 に記載のティーチング装置において、処理部は、制御情報生成処理において、移動部を移動させた後、作業部による作業を実施する前に実行する制御情報として、作業位置における作業部の位置を補正する制御情報を追加することを特徴とする。

[001 1] また、請求項 4 に記載のティーチング装置では、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のティーチング装置において、処理部は、位置情報生成処理において、生成した位置情報の中から複数の特徴点を抽出し、特徴点の間の位置情報を近似する補正処理を行うことを特徴とする。

[001 2] また、請求項 5 に記載のティーチング装置では、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のティーチング装置において、処理部は、位置情報生成処理として、検出データに基づいて、位置マーカ一部の位置をサンプリングし、サンプリング点の位置を位置情報として生成することを特徴とする。

[001 3] また、請求項 6 に記載のティーチング装置では、請求項 5 に記載のティーチング装置において、処理部は、移動情報生成処理として、位置情報生成処理によって生成された複数のサンプリング点において、隣接するサンプリング点間の位置関係に基づいて移動方向を検出し、隣接するサンプリング点間の距離とサンプリング周期とに基づいて移動速度を検出することを特徴とする。

[0014] また、請求項 7 に記載のティーチング装置では、請求項 6 に記載のティーチング装置において、処理部は、移動情報生成処理として、サンプリング点を結ぶ曲線の曲率が所定の曲率を超えていた場合、移動速度が所定の速度を超えていた場合、及び移動速度における加速度が所定の加速度を超えていた場合の少なくとも一つの場合に、位置情報を補正することを特徴とする。

- [001 5] また、請求項 8 に記載のティーチング装置では、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載のティーチング装置において、ロボットの動作の基準となる位置に設けられた基準マーカ一部を備え、検出部は、基準マーカ一部を検出し、処理部は、位置情報生成処理において、基準マーカ一部に対する位置マーカ一部の相対的な位置を、位置情報として生成することを特徴とする。
- [001 6] また、請求項 9 に記載のティーチング装置では、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載のティーチング装置において、ロボットは、移動部の駆動機構としてシリアルリンク機構を備えることを特徴とする。
- [001 7] また、上記課題を解決するために、本願の請求項 10 に記載の制御情報の生成方法は、移動部と、移動部に設けられた作業部とを備えるロボットの動作を制御する制御情報の生成方法であって、移動部の位置を示す位置マーカ一部を有する治具と、治具の移動にともなって移動する位置マーカ一部を検出する検出部と、作業部が作業位置において実施する作業に係わる作業情報を入力する入力部と、を備えるティーチング装置に対し、検出部が位置マーカ一部を検出した検出データに基づいて、位置マーカ一部の 3 次元座標の位置情報を生成する位置情報生成ステップと、位置情報に基づいて、位置マーカ一部の移動方向及び移動速度に係わる移動情報を生成する移動情報生成ステップと、位置情報及び移動情報に応じて移動部を移動させ、且つ作業情報に応じて作業部に作業をさせる一連の作業の制御情報を生成する制御情報生成ステップ処理と、を実行させることを特徴とする。

発明の効果

- [001 8] 本願の請求項 1 に記載のティーチング装置では、移動部と、作業部とを備えるロボットを制御する制御情報を生成する。モーションキャプチャーの作業では、位置マーカ一部を設けた治具を被検出体として用いることで、測定装置を装着した人の手等を用いる必要がなくなる。位置マーカ一部の検出方法としては、例えば、特定の波長の光を位置マーカ一部に照射し、その反射光を撮像した撮像データから位置情報等を演算する光学方式のモーションキャプチャーを用いることができる。なお、位置マーカ一部の検出方法は、こ

れに限らず、他の方法、例えば、撮像データに対し位置マーカ一部分の形状を検出する画像処理を実行し、実行結果から位置を検出してもよい。あるいは、位置マーカ一部分として磁気センサを用いて、移動する磁気センサからの位置データを受信して、受信した位置データから位置情報等を演算する磁気方式のモーションキャプチャーを用いることができる。

[001 9] また、当該ティーチング装置は、作業部が作業位置において実施する作業、例えば、ワークを挟む、ワークを掴む、レーザを照射する、撮像を行う、ワークを吸着する等の作業に係わる作業情報を入力するための入力部を備える。このため、ユーザは、入力部を適切なタイミングで操作し、且つ、ロボットにさせたい作業内容を作業情報として入力することで、ティーチング装置に対して作業部の細かい作業等を設定することが可能となる。

[0020] そして、処理部は、検出データから生成した位置情報及び移動情報に応じて移動部を移動させ、且つ作業情報に応じて作業部に作業をさせる一連の作業の制御情報を生成する。つまり、処理部は、制御情報生成処理において、移動情報等と、作業情報等をリンクさせて制御情報を生成することが可能となる。これにより、当該ティーチング装置では、例えば、作業部の作業位置を調整する補正処理等を、適切なタイミングや作業内容で実施するように、移動部の移動に合わせた一連の作業工程の中に盛り込むことが可能となる。

[0021] また、本願の請求項2に記載のティーチング装置では、治具は、可動部用マーカが設けられた可動部を駆動する駆動部を備える。処理部は、駆動部の駆動に応じて可動する可動部の可動部用マーカをモーションキャプチャーする。これにより、ユーザは、所定の作業位置において、駆動部によって可動部を動作させることによって、人の指等で模擬する場合に比べて、ワークを掴んだり、離したりする動作をより忠実に再現することが可能となる。

[0022] また、例えば、治具を人が手で動かす場合には、位置マーカ一部分の移動の精度は、人が治具を操る精度に依存する。このため、本願の請求項3に記載のティーチング装置では、より高い作業精度が要求される場合、作業位置で作業を実施する前に位置補正の処理を実施し、最終的な作業位置を補正する

ことで、高い精度が要求される作業にも対応することが可能となる。

[0023] また、本願の請求項4に記載のティーチング装置では、処理部は、特徴点の抽出と、当該特徴点間の位置情報を近似する補正処理を行う。特徴点の抽出は、例えば、移動方向が所定の角度以上変更された点を特徴点として抽出する。あるいは、特徴点の抽出は、例えば、複数の位置情報の中から一定の間隔ごとの点を特徴点として抽出する。

[0024] 処理部は、抽出した特徴点を、例えば、ロボットの動作の起点や終点として設定し、その起点から終点に向かってロボットが移動可能となるように、特徴点間の位置情報を補正する。例えば、補正処理として、外部からのノイズによって、大幅に位置のずれた点が特徴点間にある場合、当該点に係わる位置情報を不要なデータとして破棄する。あるいは、補正処理として、特徴点間の位置情報を、当該特徴点を結ぶ直線や曲線で近似する。これにより、生成した制御情報に基づいてロボットをより滑らかに動作させ、無駄な動作を省いて作業効率を向上させることが可能となる。また、治具を人が操作する場合の人の手の震えなどによる位置情報のずれを補正することが可能となる。

[0025] また、本願の請求項5に記載のティーチング装置では、処理部は、所定のサンプリング周期で、検出データから位置情報を生成する。このため、当該ティーチング装置では、サンプリング周期の時間を変更することで、処理部が位置マーカ一部の位置を検出する精度を調整することが可能となる。

[0026] また、本願の請求項6に記載のティーチング装置では、処理部は、隣接するサンプリング点の位置情報に基づいて、移動方向や移動速度を検出する。このため、当該ティーチング装置では、サンプリング周期の時間を変更することで、処理部が位置マーカ一部の移動方向及び移動速度を検出する精度を調整することが可能となる。

[0027] また、例えば、治具を人が操作して、その治具の移動する向き、移動速度、加速度が、制御情報を適用するロボットの移動能力を超えていた場合、制御情報を生成したとしても、ロボットに所望の作業を実行させることは困難

となる。そこで、本願の請求項 7 に記載のティーチング装置では、例えば、サンプリング点を結ぶ曲線の曲率が、所定の曲率（例えば、ロボットの移動可能な曲率）を超えていた場合、移動可能な曲率となるように位置情報（座標等）を補正する。これにより、モーションキャプチャーによって生成した制御情報を、実際にロボットを制御するデータとして容易に使用することが可能となる。

[0028] また、モーションキャプチャーを行う場合、治具の動作をトラッキングするトラッキング領域と、ロボットを実際に作業させる作業領域との位置がずれる虞がある。そこで、本願の請求項 8 に記載のティーチング装置では、基準マーカ一部を基準として位置情報を生成する。これにより、生成した制御情報を使用する場合、基準マーカ一部の位置を、実際の作業領域内の基準に合わせることで、ロボットを精度よく制御することが可能となる。ここでいう作業領域内の基準とは、例えば、XY ロボットであれば、X 方向及び Y 方向の位置を決定する際に基準とする位置である。

[0029] また、例えば、制御情報をシミュレーション用のツール（三次元 CAD など）に取り込んでロボットの動きを確認したい場合、基準マーカ一部の位置をツールの基準位置に合わせることで、制御情報の取り込みや使用が容易となる。また、例えば、同じ基準マーカ一部を使用して 2 つのロボットの制御情報を別々に生成しておき、2 つの制御情報の基準マーカ一部の位置をツールの基準位置に合わせてシミュレーションすることによって、2 つのロボットの動作が互いに干渉しないか否かを確認することが可能となる。

[0030] また、本願の請求項 9 に記載のティーチング装置において、本願のロボットとして、生産現場で広く使用されているシリアルリンク機構を備えるロボット、例えば、多関節のロボットアームに適用することは有効である。

[0031] さらに、本願に係る発明は、ティーチング装置に限定されることなく、ティーチング装置によって制御情報を生成する方法の発明としても実施し得るものである。

図面の簡単な説明

[0032] [図1] 本実施形態のティーチング装置の要部の構成を概略的に示した図である。

[図2] 複数のカメラが取り付けられた枠部の斜視図である。

[図3] 制御情報を用いて制御する対象である産業用ロボットの構成を示す模式図である。

[図4] 本実施形態のティーチング装置を用いてモーションキャプチャーを実施する状態を示す模式図である。

[図5] CPUによる制御情報の生成処理を示すフローチャートである。

[図6] 2つの治具が備える各マーカ一部的位置をサンプリングしたサンプリング点を示す図である。

[図7] 別例の治具を示す模式図である。

[図8] 別例の治具を示す模式図である。

[図9] 別例の治具を示す模式図である。

[図10] 別例の治具を示す模式図である。

発明を実施するための最良の形態

[0033] 以下、本発明のティーチング装置の一実施形態について、図面を参照しつつ説明する。図1は、本実施形態のティーチング装置10の要部の構成を概略的に示している。ティーチング装置10は、光学方式のモーションキャプチャーによって、複数(図1では1台のみ図示)のカメラ13と、2つの治具15(図1では1つのみ図示)と、制御情報生成装置17とを備える。ティーチング装置10は、治具15の各々の動きを複数のカメラ13によって撮像し、カメラ13の撮像データD1から図3に示すロボットアーム101, 103を制御する制御情報D5を制御情報生成装置17によって生成する。

[0034] <カメラ13について>

図2に示すように、複数のカメラ13の各々は、複数(本実施形態では、12本)のパイプ21を直方体形状に組み付けた枠部23に取り付けられている。複数のパイプ21の各々は、同一の長さで形成されており、直方体形状

の枠部 23 の角部分において、12本のパイプ 21のうち、任意の3本のパイプ 21が連結部材 25によって互いに連結されている。各連結部材 25は、3本のパイプ 21の各々の端部 21Aを挿入して保持しており、3本のパイプ 21の各々を互いに直交するようにして固定している。以下、図2に示すように、枠部 23を配置する台 19の載置面に対して直交する方向を上下方向、上下方向に直交し図2において前後に向かう方向を前後方向、上下方向及び前後方向に直交する方向を左右方向と称し、説明する。

[0035] 本実施形態のテーチング装置 10は、例えば、合計で6個のカメラ 13が枠部 23に取付けられている。以下、複数のカメラ 13を区別する必要があるときは、図2に示すように、カメラ 13の符号の後にアルファベットを付して説明する。また、区別する必要がないときは、6台のカメラを「カメラ 13」と総称して説明する。6台のカメラ 13うち、4台のカメラ 13A, 13B, 13C, 13Dは、枠部 23の上方側となる4本のパイプ 21の各々に、固定部材 27によって取付けられている。4台のカメラ 13A〜13Dの各々は、上方側の4つの連結部材 25のそれぞれに近接する位置に取り付けられている。固定部材 27は、カメラ 13A〜13Dの各々を、撮像方向が枠部 23の中央部分を向くようにして固定している。

[0036] また、6台のカメラ 13のうち、残りの2台のカメラ 13E, 13Fは、上下方向に沿って設けられた4本のパイプ 21のうち、対角線上で対向する一組のパイプ 21の各々に、固定部材 27によって取り付けられている。カメラ 13E, 13Fは、パイプ 21における台 19側となる下端部に取り付けられ、撮像方向が枠部 23の中央部分を向くようにして固定部材 27によって固定されている。これら6台のカメラ 13は、後述する治具 15のマーカ一部 43を撮影するため、枠部 23で取り囲まれた立方体形状の領域をトラッキング領域 R1、即ち、治具 15及びマーカ一部 43を可動させて追跡するための領域として設定している。なお、6台のカメラ 13は、例えば、マーカ一部 43をトラッキングするために、撮像範囲が互いに重複するように設定され、トラッキング領域 R1を3次元的に撮像可能となっている。ま

た、図2に示す枠部23の形状、カメラ13の台数、カメラ13の取り付け位置等は、一例であり、適宜変更可能である。

[0037] 図1及び図2に示すように、カメラ13の各々は、撮像素子31と、照明装置33, 34とを備える。撮像素子31は、例えば、CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサである。照明装置33, 34は、例えば、LED照明であり、互いに異なる波長の光を照射する。これは、後述する2つの治具15A, 15B(図4参照)の各々に設けられたマーカ一部43A, 43Bに対応した2種類の光である。カメラ13は、照明装置33, 34から照射しマーカ一部43A, 43Bによって反射した反射光を撮像素子31によって受光する。カメラ13は、撮像したデータを撮像データD1として、映像ケーブル35を介してテーピング装置10へ出力する。なお、カメラ13は、マーカ一部43A, 43Bの反射光を検出し易いように、照明装置33, 34から照射する光の波長に応じた光学フィルターを、撮像素子31の光の入射口に取り付けてもよい。

[0038] < 治具15について >

次に、検出対象である治具15について説明する。図1に示す治具15は、図3に示す産業用ロボット100のロボットアーム101, 103を模擬した被検出体であり、本体部41と、マーカ一部43と、エンドエフェクタ45と、把持部47とを備えている。図3は、産業用ロボット100の構成を模式的に示したものである。ロボットアーム101は、2つのアーム部105(移動部の一例)を1方向に連結させ、先端部分にエンドエフェクタであるハント部109(作業部の一例)を支持するシリアルリンク機構を備える多関節ロボットである。同様に、ロボットアーム103は、2つのアーム部107を1方向に連結させ、先端部分にハント部111を支持する。産業用ロボット100は、例えば、ロボットアーム101, 103を駆動して、ハント部109, 111に挟持したワークW1, W2を基板Bに取り付ける作業を行う。ワークW1, W2は、例えば、電子部品やネジ等である。

[0039] 図1に示す治具15の本体部41は、ロボットアーム101, 103のA

ーム部 105, 107 に対応する。ここで、後述するように、本実施形態のティーチング装置 10 では、2つのロボットアーム 101, 103 を協調させて動作させるための制御情報 D5 を生成する。このため、2種類の治具 15A, 15B (図4参照) を使用し、各治具 15A, 15B を、それぞれ異なるロボットアーム 101, 103 であると仮定してモーションキャプチャを行う。以下の説明では、この2種類の治具 15、あるいは当該治具 15 が備える各部 (マーカ一部 43 など) を区別する必要があるときは、図4 に示すように、治具 15 等の符号の後にアルファベットを付して説明する。また、区別する必要がないときは、2つの治具を「治具 15」と総称して説明する。

[0040] マーカ一部 43 は、本体部 41 の外周部分に固定されている。マーカ一部 43 は、球体をなし、各カメラ 13 の照明装置 33, 34 から照射される光を反射する。例えば、図4 に示す治具 15A に設けられたマーカ一部 43A は、照明装置 33 が照射する特定の波長の光を反射する反射特性を有する材質等で構成されている。また、もう一方の治具 15B に設けられたマーカ一部 43B は、照明装置 34 が照射する特定の波長の光を反射する反射特性を有する材質等で構成されている。

[0041] エンドエフェクタ 45 は、ロボットアーム 101, 103 (図3参照) のワーク W1, W2 を挟むハンド部 109, 111 を模擬した形状をなしており、先端部分が互いに近接する方向に向かって屈曲した一对の棒状の部材で構成されている。一对のエンドエフェクタ 45 は、マーカ一部 43 を挟む位置に設けられ、先端部分が開閉可能に構成されている。エンドエフェクタ 45 の各々の先端部分には、当該エンドエフェクタ 45 の動きをトラッキングするための可動部用マーカ一部 46 が設けられている。例えば、可動部用マーカ一部 46A, 46B は、マーカ一部 43A, 43B と同様に、互いに異なる反射特性で構成されており、カメラ 13 の照明装置 33, 34 の各々から照射される光を反射する。これにより、制御情報生成装置 17 は、治具 15 と同様に、エンドエフェクタ 45 の位置情報 D2 も取得することが可能と

なる。なお、カメラ 13 は、治具 15 に使用する照明装置 33, 34 とは別に、エンドエフェクタ 45 に光を照射する専用の照明装置を備えてもよい。

[0042] また、本体部 41 には、エンドエフェクタ 45 を開閉動作させるためのアクチュエータ 49 が内蔵されている。また、本体部 41 には、マーカ部 43 やエンドエフェクタ 45 とは反対側の部分に棒状の把持部 47 の先端部が取り付けられている。把持部 47 は、例えば、枠部 23 のトラッキング領域 R1 (図 2 参照) 内に治具 15 を入れた状態で、枠部 23 の外に飛び出した当該把持部 47 の基端部をユーザが手に持つことができる程度の長さで構成されている。これにより、ユーザは、体の一部をトラッキング領域 R1 に入れることなく、治具 15 を操作することが可能となる。

[0043] 把持部 47 の本体部 41 とは反対側の基端部には、アクチュエータ 49 を駆動、又は停止させるための駆動スイッチ 51 が設けられている。駆動スイッチ 51 は、把持部 47 及び本体部 41 内に配設された接続線 53 によってアクチュエータ 49 と接続されている。例えば、モーションキャプチャを実行する際には、ユーザは、把持部 47 の基端部を持って、先端部に設けられた治具 15 を、枠部 23 のトラッキング領域 R1 内において、開始位置から所望の位置、例えば、ロボットアーム 101, 103 がハンド部 109, 111 でワーク W1, W2 を挟持する作業位置まで移動させる。ユーザは、移動させた後に、駆動スイッチ 51 をオン操作することで、エンドエフェクタ 45 の先端部分を閉じた状態とする。あるいは、ユーザは、駆動スイッチ 51 をオフ操作することで、エンドエフェクタ 45 の先端部分を開いた状態とする。ティーチング装置 10 は、エンドエフェクタ 45 の動作をトラッキングし、後述する制御情報 D5 を生成する。この制御情報 D5 は、図 3 に示す産業用ロボット 100 のハンド部 109, 111 を制御する制御情報 D5 である。

[0044] < 制御情報生成装置 17 について >

次に、制御情報生成装置 17 の構成について説明する。制御情報生成装置 17 は、例えば、CPU (Central Processing Unit) 61 を主体として構成

されたパーソナルコンピュータであり、変換部 63、記憶部 65、入力部 67、表示部 69等を備える。制御情報生成装置 17は、カメラ 13から出力された撮像データ D1を、映像ケーブル 35（図2参照）を介して変換部 63に入力する。変換部 63は、複数のカメラ 13で撮像された撮像データ D1を、時系列的に整列させ、カメラ 13の識別情報や時間情報等を付加して CPU 61に出力する。CPU 61は、変換部 63から入力された撮像データ D1を記憶部 65に保存する。記憶部 65は、メモリアハードディスク等を備えており、撮像データ D1の他に、制御プログラム D7や設計情報 D6等が保存されている。制御プログラム D7は、CPU 61上で実行されるプログラムである。設計情報 D6は、図3に示す産業用ロボット 100に係わる情報であり、アーム部 105、107の外形の寸法、アーム部 105、107の最大移動速度等の情報である。

[0045] CPU 61は、記憶部 65に保存された制御プログラム D7を読み出して実行することにより、位置情報生成部 71、移動情報生成部 73、制御情報生成部 75の各種の処理モジュールを実現する。なお、本実施形態では、位置情報生成部 71等は、CPU 61で制御プログラム D7が実行されることによって実現されるソフトウェアとして構成されているが、専用のハードウェアとして構成してもよい。

[0046] 入力部 67は、ユーザからの入力を受け付けるキーボードやマウス等の入力装置である。上記したように、本実施形態のティーチング装置 10は、治具 15を作業位置まで移動させた後、駆動スイッチ 51を操作することでエンドエフェクタ 45を開閉させ、ハンド部 109、111（図3参照）を動作させるための作業情報 D3の生成をティーチング装置 10に教示することが可能となっている。また別の方法として、ユーザは、治具 15を作業位置まで移動させた後、入力部 67を操作することによって、他の作業情報 D3を生成する旨をティーチング装置 10に指示することが可能となっている。例えば、ユーザは、入力部 67を操作し、ワーク W1、W2を吸着する作業、ワーク W1、W2の一部にレーザを照射して穴を開ける作業、ワーク W1、

W 2 に接着剤を塗布する作業などを入力することができる。これにより、テーピング装置 10 は、治具 15 の位置情報 D 2 等と、作業情報 D 3 とをリンクさせた一連の作業の制御情報 D 5 を生成することが可能となる。また、表示部 69 は、制御情報 D 5 を生成する過程における途中経過や、生成後の結果情報などの各種情報を表示する。

[0047] 次に、制御情報生成装置 17 における制御情報 D 5 の生成処理の一例について説明する。まず、モーションキャプチャーを実行する作業内容について説明する。以下の説明では、一例として、2 台のロボットアーム 101, 103 (図 3 参照) が、互いに協調して動作しながら基板 B にワーク W 1, W 2 を実装する作業のモーションキャプチャーを実行する。図 4 は、モーションキャプチャーを実施する場合の状態を模式的に示している。

[0048] 図 4 に示すように、例えば、枠部 23 のトラッキング領域 R 1 内にワーク W 1, W 2 (図 3 参照) を供給するための供給装置 81, 82 を配置する。供給装置 81, 82 は、例えば、テーピング化された電子部品 (ワーク) を 1 つずつ供給位置に送り出すテープフィーダ型の供給装置、あるいは、電子部品が所定の間隔毎に並べられた複数のトレイを備えるトレイ型の供給装置である。供給装置 81 のワーク W 2 の供給位置には、供給位置用マーカ一部 84 が設けられている。また、供給装置 82 のワーク W 1 の供給位置には、供給位置用マーカ一部 85 が設けられている。供給装置 81 及び供給装置 82 は、前後方向において供給位置 (供給位置用マーカ一部 84, 85) を互いに対向させるようにして配置されている。

[0049] また、供給装置 81, 82 の前後方向における間には、基板 86 が配置されている。基板 86 は、長方形に形成され、平面が前後方向及び左右方向に沿うようにして水平に配置されている。基板 86 の 4 つの角部分には、実装位置用マーカ一部 88 が設けられている。なお、以下の説明では、治具 15A が実装作業を行う実装位置用マーカ一部 88 を、他の実装位置用マーカ一部 88 と区別するため、実装位置用マーカ一部 88A と称する。また、治具 15B が実装作業を行う実装位置用マーカ一部 88 を、他の実装位置用マ

一カ一部 8 8 と区別するため、実装位置用マーカ一部 8 8 B と称する。また、上記した供給装置 8 1 , 8 2 及び基板 8 6 は、実物の装置や基板を用いてもよく、形状を模擬した部材を用いてもよい。また、基板 8 6 の中心部には、3 つの基準マーカ一部 9 1 が隣接して設けられている。基準マーカ一部 9 1 は、ロボットアーム 1 0 1 , 1 0 3 (図 3 参照) の動作の基準となる位置である。

[0050] 例えば、図 3 に示すロボットアーム 1 0 1 のハンド部 1 0 9 によって供給装置 8 2 (図 4 参照) の供給位置からワーク W 1 をピックアップし、基板 B に実装する作業を、治具 1 5 A にて教示する。この場合、図 4 の実線の矢印 9 3 で示すように、ユーザは、把持部 4 7 A を持って治具 1 5 A を操作し、図 4 に示す開始位置から供給位置用マーカ一部 8 5 まで治具 1 5 A を移動させる。ユーザは、供給位置用マーカ一部 8 5 の位置において、駆動スイッチ 5 1 A をオン操作してエンドエフェクタ 4 5 A を閉じた状態とする。ユーザは、駆動スイッチ 5 1 A を操作する前に、制御情報生成装置 1 7 の入力部 6 7 を操作して、エンドエフェクタ 4 5 A を操作する旨の作業情報 D 3 を入力する。次に、ユーザは、治具 1 5 A を、供給位置用マーカ一部 8 5 から実装位置用マーカ一部 8 8 A の位置まで移動させる。そして、ユーザは、実装位置用マーカ一部 8 8 A の位置において、駆動スイッチ 5 1 A をオフ操作してエンドエフェクタ 4 5 A を開いた状態とする。この場合にもユーザは、駆動スイッチ 5 1 A を操作する前に入力部 6 7 を操作して、エンドエフェクタ 4 5 A を操作する旨の作業情報 D 3 を入力する。

[0051] また、ロボットアーム 1 0 3 のハンド部 1 1 1 によって供給装置 8 1 (図 4 参照) の供給位置からワーク W 2 をピックアップし、基板 B に実装する作業を、治具 1 5 B にて教示する。この作業は、上記したロボットアーム 1 0 1 の作業と同時に行う作業である。この場合、図 4 の破線の矢印 9 5 で示すように、ユーザは、把持部 4 7 B を持って治具 1 5 B を操作し、図 4 に示す開始位置から供給位置用マーカ一部 8 4 まで治具 1 5 B を移動させる。ユーザは、供給位置用マーカ一部 8 4 の位置において、入力部 6 7 によって作業

情報 D 3 を入力した後、駆動スイッチ 5 1 B をオン操作してエンドエフェクタ 4 5 B を閉じた状態とする。次に、ユーザは、治具 1 5 B を、供給位置用マーカ一部 8 4 から実装位置用マーカ一部 8 8 B の位置まで移動させる。そして、ユーザは、実装位置用マーカ一部 8 8 B の位置において、入力部 6 7 によって作業情報 D 3 を入力した後、駆動スイッチ 5 1 B をオフ操作してエンドエフェクタ 4 5 B を開いた状態とする。なお、治具 1 5 B を操作するユーザは、治具 1 5 A を操作するユーザとは別のユーザでもよい。

[0052] 次に、上記したモーションキャプチャ中において、CPU 6 1 が制御情報 D 5 を生成する処理について、図 5 に示すフローチャートを参照しつつ説明する。なお、図 5 に示すフローチャートの処理の内容や処理の順番は、一例であり、適宜変更可能である。制御情報生成装置 1 7 は、上記した治具 1 5 A, 1 5 B の動作をトラッキングして、制御情報 D 5 を生成する。詳述すると、まず、CPU 6 1 は、制御プログラム D 7 を実行し処理を開始した後、図 5 に示すステップ (以下、単に「S」と表記する) 1 1 において、ユーザが入力部 6 7 を操作して作業情報 D 3 を入力したか否かを判定する。これは、ユーザが入力部 6 7 を操作して作業情報 D 3 を入力した場合、当該作業情報 D 3 の内容に応じた処理を実行するためである。作業情報 D 3 が入力された場合 (S 1 1 :YES)、CPU 6 1 は、入力された作業情報 D 3 がエンドエフェクタ 4 5 (駆動スイッチ 5 1) を操作する旨の情報であるか否かを判定する (S 1 2)。また、作業情報 D 3 が入力されていない場合 (S 1 1 :NO)、CPU 6 1 は、S 1 5 以降の処理を開始する。

[0053] S 1 2 において、エンドエフェクタ 4 5 を操作する旨の作業情報 D 3 でない場合 (S 1 2 :NO)、CPU 6 1 は、入力された作業情報 D 3 の種類に応じた制御情報、例えば、ワーク W 1, W 2 を吸着する作業に対応するサブルーチンのプログラムを、当該作業情報 D 3 に付加して記憶部 6 5 に保存する (S 1 3)。図 4 に示す矢印 9 3, 9 5 の作業では、エンドエフェクタ 4 5 以外の作業情報 D 3 の入力はなかったが、ユーザは、例えば、治具 1 5 が所定の作業位置に到達した場合に、入力部 6 7 を操作して、吸着作業、レー

ザの照射作業、接着剤の塗布作業等の作業情報を入力することができる。これにより、生成される制御情報 D 5 の一連の作業工程の中に、各種の作業を追加等することが可能となる。

[0054] また、S 1 2 において、入力された作業情報 D 3 がエンドエフェクタ 4 5 を操作する旨の情報である場合 (S 1 2 : Y E S) 、C P U 6 1 は、S 1 5 以降に示す位置情報 D 2 等の生成を行い、エンドエフェクタ 4 5 A , 4 5 B の各々の可動部用マーカ一部 4 6 A , 4 6 B の位置、傾き、移動方向等に応じた制御情報 D 5 、即ち、ハント部 1 0 9 , 1 1 1 (図 3 参照) に所望の動作をさせる制御情報 D 5 を生成する。なお、以下の説明では、主に治具 1 5 のマーカ一部 4 3 を撮像した撮像データ D 1 に基づいて制御情報 D 5 を生成する処理について説明する。アクチュエーター 4 9 の可動部用マーカ一部 4 6 を撮像した撮像データ D 1 に基づいて制御情報 D 5 を生成する処理は、マーカ一部 4 3 と同様であるため、適宜省略する。

[0055] 次に、C P U 6 1 は、変換部 6 3 から撮像データ D 1 を取り込んで記憶部 6 5 に保存する処理を実行する (S 1 5) 。なお、本実施形態の C P U 6 1 は、モーションキャプチャー中に検出したエラーをユーザに報知すべく、カメラ 1 3 の撮像データ D 1 をリアルタイムで処理している。しかしながら、このようなリアルタイム処理に限らず、C P U 6 1 は、例えば、全ての撮像データ D 1 を一度、記憶部 6 5 に記憶しておき、後からまとめて全ての撮像データ D 1 を処理してもよい。

[0056] 次に、位置情報生成部 7 1 は、記憶部 6 5 に保存された撮像データ D 1 に付加されたカメラ 1 3 の識別情報や時間情報等に基づいて、治具 1 5 A , 1 5 B に取り付けたマーカ一部 4 3 A , 4 3 B の撮影時間ごとにおける 3 次元座標の位置を演算する (S 1 7) 。位置情報生成部 7 1 は、演算した位置情報 D 2 を記憶部 6 5 に保存する。位置情報生成部 7 1 は、例えば、二値化した撮像データ D 1 に対してラベリングを行い、エピソードマッチングなどのアルゴリズムを利用した処理を行ってマーカ一部 4 3 A , 4 3 B の 3 次元空間内での座標の位置を演算する。また、位置情報生成部 7 1 は、基準マーカ

一部 9 1 に対する相対的な座標の位置を演算する。例えば、位置情報生成部 7 1 は、3 つの基準マーカ一部 9 1 の重心位置を基準として、マーカ一部 4 3 A , 4 3 B の座標位置を演算する。

[0057] 上記したように、マーカ一部 4 3 A , 4 3 B の各々は、照明装置 3 3 , 3 4 から照射する光の波長に合わせて、反射特性の異なる構造となっている。このため、位置情報生成部 7 1 は、撮像データ D 1 に対し、例えば、輝度の違いなどによって、各マーカ一部 4 3 A , 4 3 B からの反射光を識別し、マーカ一部 4 3 A , 4 3 B ごとの座標位置を演算する。なお、位置情報生成部 7 1 が座標位置 (位置情報 D 2) を演算する処理方法は、特に限定されず、例えば、三角測量の原理等によって、位置情報 D 2 を演算してもよい。また、位置情報生成部 7 1 は、S 1 2 において、エンドエフェクタ 4 5 (駆動スイッチ 5 1) を操作する旨の作業情報 D 3 であった場合 (S 1 2 : Y E S) 、マーカ一部 4 3 の場合と同様に、可動部用マーカ一部 4 6 について位置情報 D 2 を生成する。

[0058] また、位置情報生成部 7 1 は、位置情報 D 2 を表示部 6 9 に表示する処理を行う (S 1 9) 。位置情報生成部 7 1 は、例えば、図 6 に示すように、マーカ一部 4 3 A , 4 3 B のそれぞれの位置を、所定時間ごとにサンプリングしたサンプリング点 S P 1 , S P 2 を、位置情報 D 2 として取得する。位置情報生成部 7 1 は、取得した全てのサンプリング点 S P 1 , S P 2 (位置情報 D 2) を表示部 6 9 にリアルタイムに表示する処理を行う。これにより、ユーザは、表示部 6 9 の表示を確認することで、取得した位置情報 D 2 を適宜確認し、適切か否かを判断することが可能となる。なお、位置情報生成部 7 1 は、全てのサンプリング点 S P 1 , S P 2 を表示せずに、起点、終点、移動方向が所定角度以上変わる点などの特徴点のみを表示してもよい。また、図 6 に示す黒塗りの丸のサンプリング点 S P 1 は、治具 1 5 A のマーカ一部 4 3 A に対応している。また、黒塗りの四角のサンプリング点 S P 2 は、治具 1 5 B のマーカ一部 4 3 B に対応している。

[0059] 次に、位置情報生成部 7 1 は、位置情報 D 2 のサンプリング点 S P 1 , S

P 2 に基づいて、マーカー部 4 3 A , 4 3 B 間の距離が正常か否かを判定する (S 2 1) 。 2 つの治具 1 5 A , 1 5 B は、図 3 に示すロボットアーム 1 0 1 , 1 0 3 を模擬したものであるが、ユーザの手による操作性を考慮して、実物に対して外形を小さくすることが考えられる。この場合、治具 1 5 A , 1 5 B を動作させて作成した制御情報 D 5 に基づいて、ロボットアーム 1 0 1 , 1 0 3 を動かした場合に、アーム部 1 0 5 , 1 0 7 等が衝突して互いに干渉する虞がある。

[0060] そこで、位置情報生成部 7 1 は、記憶部 6 5 に保存された設計情報 D 6 に基づいて、例えば、マーカー部 4 3 A の中心からアーム部 1 0 5 の外形の寸法に応じた距離を、衝突の虞がある距離として設定する。そして、位置情報生成部 7 1 は、サンプリング点 S P 1 , S P 2 間の距離を演算し、演算した距離が衝突の虞がある距離以下であると判定した場合 (S 2 1 : Y E S) 、表示部 6 9 にエラー表示を実行する (S 2 3) 。これにより、ユーザは、アーム部 1 0 5 , 1 0 7 等が衝突する虞のある距離まで治具 1 5 A , 1 5 B が近づいたことを認識でき、モーションキャプチャーを再度やり直すなどの適切な対応を取ることが可能となる。なお、位置情報生成部 7 1 は、例えば、同時時間のサンプリング点 S P 1 , S P 2 の距離を演算し判定してもよい。あるいは位置情報生成部 7 1 は、1 つのサンプリング点 S P 1 に対して、当該サンプリング点 S P 1 の時間を基準として、所定時間内のサンプリング点 S P 2 との距離を演算し判定してもよい。

[0061] 位置情報生成部 7 1 は、S 2 3 を実行した後、例えば、エラー表示に対するユーザからの応答があるまで処理を一時的に中止する。あるいは、位置情報生成部 7 1 は、所定時間経過すると、必要なデータ等を受け渡して処理の主体を移動情報生成部 7 3 へ移行させる (S 2 5) 。また、位置情報生成部 7 1 は、S 2 1 において、演算した距離が衝突の虞がある距離よりも大きいと判定した場合 (S 2 1 : N O) 、処理の主体を移動情報生成部 7 3 へ移行させる (S 2 5) 。

[0062] 次に、移動情報生成部 7 3 は、記憶部 6 5 に保存された位置情報 D 2 に基

づいて、マーカ一部 4 3 A , 4 3 B の移動に係わる移動情報 D 4 を生成する (S 2 5) 。移動情報生成部 7 3 は、位置情報 D 2 から各マーカ一部 4 3 A , 4 3 B の移動情報 D 4 として、移動距離、移動方向、速度、加速度、角度等の物理量を演算する。

[0063] < 特徴点の抽出 >

例えば、移動情報生成部 7 3 は、図 6 に示す複数のサンプリング点 S P 1 の中から特徴点の抽出を行う。具体的には、移動情報生成部 7 3 は、例えば、起点となる特徴点として、治具 1 5 A の移動開始位置に対応するサンプリング点 S P 1 A を特徴点として抽出する。また、移動情報生成部 7 3 は、複数のサンプリング点 S P 1 の中から移動方向が所定の角度以上変更された点を、例えば、供給位置用マーカ一部 8 5 に近接する位置において大きく移動方向が変更されたサンプリング点 S P 1 B を特徴点として抽出する。なお、この特徴点の判定は、移動情報生成部 7 3 が移動速度や移動方向に基づいて自動的に判定してもよく、あるいはユーザが入力部 6 7 を操作して指示してもよい。

[0064] そして、移動情報生成部 7 3 は、抽出した特徴点 (サンプリング点 S P 1 A , S P 1 B) の座標位置から傾きを演算し、マーカ一部 4 3 A (治具 1 5 A) の移動方向を検出する。あるいは、移動情報生成部 7 3 は、例えば、抽出した特徴点の距離を、特徴点間の時間で除算してマーカ一部 4 3 A の移動速度を検出する。

[0065] また、移動情報生成部 7 3 は、特徴点間のサンプリング点 S P 1 の位置情報 D 2 を近似する補正処理を行ってもよい。例えば、移動情報生成部 7 3 は、抽出した特徴点 (サンプリング点 S P 1 A , S P 1 B) を、移動の起点及び終点として設定し、当該起点 (サンプリング点 S P 1 A) から終点 (サンプリング点 S P 1 B) に向かってロボットアーム 1 0 1 (図 3 参照) のアーム部 1 0 5 が移動可能となるように、特徴点間のサンプリング点 S P 1 の位置情報 D 2 を補正する。例えば、移動情報生成部 7 3 は、外部からのノイズによって、大幅に位置のずれたサンプリング点 S P 1 が特徴点間にある場合

、当該サンプリング点 S P 1 に係わる位置情報 D 2 を不要なデータとして破棄する。あるいは、移動情報生成部 7 3 は、特徴点間の位置情報 D 2 を、当該特徴点を結ぶ直線で近似する。

[0066] また、移動情報生成部 7 3 は、特徴点間を曲線で近似してもよい。例えば、図 6 に示す複数のサンプリング点 S P 2 のうち、移動情報生成部 7 3 は、特徴点として移動方向が所定角度以上変更されたサンプリング点 S P 2 A , S P 2 B を抽出する。2 つの特徴点 (サンプリング点 S P 2 A , S P 2 B) 間の移動は、移動方向を徐々に変更しながら湾曲して移動している。この場合、移動情報生成部 7 3 は、例えば、サンプリング点 S P 2 A を起点、サンプリング点 S P 2 B を終点として、当該特徴点 (サンプリング点 S P 2 A , S P 2 B) 間のサンプリング点 S P 2 の位置情報 D 2 を、曲線で近似する。

[0067] < サンプリングによる演算 >

また、移動情報生成部 7 3 は、上記した特徴点による方法に限らず、他の方法により移動方向等を検出してもよい。例えば、移動情報生成部 7 3 は、位置情報生成部 7 1 によってサンプリングされた複数のサンプリング点 S P 1 うち、隣接するサンプリング点 S P 1 の座標位置から傾きを演算し、マーカ一部 4 3 A (治具 1 5 A) の移動方向を検出してもよい。あるいは、移動情報生成部 7 3 は、例えば、隣接するサンプリング点 S P 1 間の距離と、位置情報生成部 7 1 のサンプリング周期とを乗算してマーカ一部 4 3 A の移動速度を検出してもよい。

[0068] 次に、移動情報生成部 7 3 は、サンプリング点 S P 1 , S P 2 を結ぶ曲線の曲率、及び検出した移動速度の少なくとも一方が、図 3 に示す産業用ロボット 1 0 0 の移動能力を超えていた場合に、位置情報 D 2 を補正し、移動情報 D 4 の生成を再度実行する (S 2 7) 。例えば、図 6 に示すように、複数のサンプリング点 S P 2 のうちの 1 点であるサンプリング点 S P 2 C において、マーカ一部 4 3 B が大きく湾曲して移動している。このような湾曲した移動が、実際のロボットアーム 1 0 3 の移動能力を超えていた場合、制御情報 D 5 を生成したとしても、ロボットアーム 1 0 3 を制御することは困難と

なる。

[0069] そこで、移動情報生成部 73 は、記憶部 65 の保存された設計情報 D6 に基づいて、例えば、サンプリング点 SP2 (例えば、サンプリング点 SP2A, SP2B 間) を結ぶ曲率が、ロボットアーム 103 の移動能力に応じて設定された曲率に比べて大きい場合、移動可能な曲率となるように位置情報 D2 を補正する。そして、移動情報生成部 73 は、補正後の位置情報 D2 (サンプリング点 SP2) に基づいて、再度、移動情報 D4 を生成する。

[0070] また、例えば、図 6 に示すように、複数のサンプリング点 SP1 のうちの 2 点であるサンプリング点 SP1C, SP1D 間の距離が大きく離れている。サンプリング点 SP1C, SP1D 間の距離が離れると、演算結果の移動速度も早くなる。この移動速度が、実際のロボットアーム 103 の移動能力を超えていた、あるいは安全な移動速度を超えていたい場合、上記した曲率と同様に、制御情報 D5 を生成したとしても、ロボットアーム 103 を制御することは困難となる。

[0071] このため、移動情報生成部 73 は、曲率の場合と同様に、記憶部 65 の保存された設計情報 D6 に基づいて、例えば、サンプリング点 SP1C, SP1D の距離から算出された移動速度が、ロボットアーム 103 の最大移動速度に比べて大きい場合、移動可能な速度となるように位置情報 D2 を補正する処理を行う。そして、移動情報生成部 73 は、補正後の位置情報 D2 (サンプリング点 SP1C, SP1D) に基づいて、再度、移動情報 D4 を生成する。なお、移動情報生成部 73 は、曲率や移動速度に応じてサンプリング点 SP1, SP2 (位置情報 D2) を補正する場合は、補正後のサンプリング点 SP1, SP2 間の距離が上記した衝突の虞がある距離以上となるように補正する。

[0072] CPU61 は、移動情報生成部 73 による補正処理 (S27) が完了すると、変換部 63 に対し取り込んでいない撮像データ D1 があるか否かを問い合わせる (S29)。取り込んでいない撮像データ D1 がある場合 (S29: N)、CPU61 は、S11 からの処理を再度、実行する。

- [0073] CPU 61は、変換部63から取り込む撮像データD1がない場合(S29:YES)、制御情報生成部75に対し制御情報D5の生成を指示する。制御情報生成部75は、記憶部65に保存された位置情報D2、移動情報D4、及び作業情報D3に基づいて、ロボットアーム101,103を移動させ、且つ作業位置においてハンド部109,111に作業させる一連の作業の制御情報D5を生成する(S31)。なお、制御情報生成部75は、未処理の作業情報D3、例えば、治具15A,15Bを実装位置用マーカ一部88A,88Bの位置まで到達させ撮像を終了させた後にユーザが入力部67を操作して入力した作業情報D3がある場合には、当該作業情報D3をあわせて処理することが好ましい。
- [0074] そして、制御情報生成部75は、例えば、マーカ一部43の位置情報D2や移動情報D4に応じた位置や移動速度でアーム部105,107(図3参照)を動作させる制御情報D5を生成する。また、制御情報生成部75は、可動部用マーカ一部46の撮像データD1から生成した位置情報D2に基づいて、エンドエフェクタ45(ハンド部109,111)の位置や向き等を検出する。制御情報生成部75は、アーム部105,107を移動させる制御情報D5に、ハンド部109,111を回転や開閉させる制御を追加する。これにより、制御情報生成部75は、アーム部105,107を所定の作業位置(図4の供給位置用マーカ一部84など)まで移動させた後、ハンド部109,111によってワークW1,W2を挟持する一連の作業の制御情報D5を生成することが可能となる。
- [0075] また、制御情報生成部75は、S31において、補正作業を制御情報D5に追加する処理を実行する。具体的には、制御情報生成部75は、例えば、アーム部105,107を供給装置81,82の供給位置(供給位置用マーカ一部84,85の位置)まで移動させた後、ハンド部109,111によるワークW1,W2の挟持作業を実施する前に、供給装置82の供給位置とハンド部109,111の位置との誤差を補正する情報を制御情報D5に追加する。例えば、ロボットアーム101のハンド部109に基板B等を撮像

するカメラが搭載されている場合には、当該カメラを用いて供給装置 8 2 の供給位置を撮像し、撮像データに基づいて、ハンド部 1 0 9 と供給位置との相対的な位置の誤差を補正する処理を、制御情報 D 5 に追加する。このようにして、ティーチング装置 1 0 は、モーションキャプチャーを実行して制御情報 D 5 を生成することが可能となる。

[0076] 因みに、上記実施形態において、カメラ 1 3 は、検出部の一例である。マーカ一部 4 3 は、位置マーカ一部 4 3 の一例である。エンドエフェクタ 4 5 は、可動部の一例である。アクチュエータ 4 9 は、駆動部の一例である。CPU 6 1 は、処理部の一例である。ロボットアーム 1 0 1 , 1 0 3 は、ロボットの一例である。アーム部 1 0 5 , 1 0 7 は、移動部の一例である。ハンド部 1 0 9 , 1 1 1 は、作業部の一例である。撮像データ D 1 は、検出データの一例である。サンプリング点 S P 1 A , S P 1 B , S P 2 A , S P 2 B は、特徴点の一例である。S 1 7 の処理は、位置情報生成処理の一例である。S 2 5 の処理は、移動情報生成処理の一例である。S 3 1 の処理は、制御情報生成処理の一例である。

[0077] 以上、上記した本実施形態によれば以下の効果を奏する。

< 効果 1 > ティーチング装置 1 0 は、図 3 に示すアーム部 1 0 5 , 1 0 7 と、ハンド部 1 0 9 , 1 1 1 とを備えるロボットアーム 1 0 1 , 1 0 3 を制御する制御情報 D 5 を生成する。ティーチング装置 1 0 は、ハンド部 1 0 9 , 1 1 1 が作業位置において実施するワーク W 1 , W 2 を挟む作業等の作業情報 D 3 を入力するための入力部 6 7 を備える。ユーザは、マーカ一部 4 3 を設けた治具 1 5 を動かしてモーションキャプチャーを実施する際に、適切なタイミングで入力部 6 7 を操作し、産業用ロボット 1 0 0 にさせたい作業内容を作業情報 D 3 として入力することで、ティーチング装置 1 0 に対しハンド部 1 0 9 , 1 1 1 の細かい作業内容を設定することが可能となる。これにより、ティーチング装置 1 0 は、治具 1 5 の位置情報 D 2 等と、作業情報 D 3 とをリンクさせた一連の作業の制御情報 D 5 を生成することが可能となる。

- [0078] < 効果 2 > 治具 15 は、駆動スイッチ 51 が操作されることによってアクチュエータ 49 が駆動する。アクチュエータ 49 の駆動に応じて、可動部用マーカ部 46 が取り付けられたエンドエフェクタ 45 は、駆動する。制御情報生成装置 17 は、モーションキャプチャ時において、アクチュエータ 49 の駆動に応じて可動する可動部用マーカ部 46 の動作をトラッキングする。これにより、ユーザは、所定の作業位置において、アクチュエータ 49 によってエンドエフェクタ 45 を動作させることによって、人の指等で模擬する場合に比べて、ワーク W1, W2 を掴んだりする動作等をより忠実に再現することが可能となる。
- [0079] < 効果 3 > 制御情報生成部 75 は、S31 において、アーム部 105, 107 を供給装置 81, 82 の供給位置（供給位置用マーカ部 84, 85 の位置）まで移動させた後、ハンド部 109, 111 によるワーク W1, W2 の挟持作業を実施する前に、供給装置 82 の供給位置とハンド部 109, 111 の位置との誤差を補正する情報を制御情報 D5 に追加する。治具 15 をユーザが手で動かす場合には、マーカ部 43 の移動の精度は、ユーザが治具 15 を操る精度に依存する。これに対し、制御情報生成部 75 は、作業位置で作業を実施する前に位置補正を実施する情報を制御情報 D5 に追加することで、高い精度が要求される作業にも対応可能な制御情報 D5 を生成することが可能となる。
- [0080] < 効果 4 > 移動情報生成部 73 は、S25 において、図 6 に示す複数のサンプリング点 SP1 の中から特徴点の抽出し、抽出した特徴点（例えば、サンプリング点 SP1A, SP1B）の座標位置から、特徴点間の傾き等を演算しマーカ部 43A（治具 15A）の移動方向を検出する。また、移動情報生成部 73 は、特徴点間のサンプリング点 SP1 の位置情報 D2 を近似する補正処理を行う。これにより、生成した制御情報 D5 に基づいてロボットアーム 101, 103 をより滑らかに動作させ、無駄な動作を省いて作業効率を向上させることが可能となる。
- [0081] < 効果 5 > また、移動情報生成部 73 は、特徴点とは別の処理方法として、

位置情報生成部 7 1 によってサンプリングされた複数のサンプリング点 S P 1 うち、隣接するサンプリング点 S P 1 の座標位置から傾きを演算し、マーカ一部 4 3 A (治具 1 5 A) の移動方向を検出してもよい。あるいは、移動情報生成部 7 3 は、例えば、隣接するサンプリング点 S P 1 間の距離と、位置情報生成部 7 1 のサンプリング周期とを乗算してマーカ一部 4 3 A の移動速度を検出してもよい。このような構成では、サンプリング周期の時間を変更することで、マーカ一部 4 3 の位置、移動方向、及び移動速度を検出する精度を調整することが可能となる。

[0082] < 効果 6 > 移動情報生成部 7 3 は、S 2 7 において、サンプリング点 S P 1 , S P 2 を結ぶ曲線の曲率等が、産業用ロボット 1 0 0 の移動能力を超えていた場合、位置情報 D 2 を補正し、移動情報 D 4 の生成を再度実行する。これにより、生成した制御情報 D 5 を実際に制御する産業用ロボット 1 0 0 の移動能力に最適化し、当該産業用ロボット 1 0 0 を制御するデータとして制御情報 D 5 を使用することが容易となる。

[0083] < 効果 7 > 位置情報生成部 7 1 は、S 1 7 において、3 つの基準マーカ一部 9 1 の重心位置を基準として、マーカ一部 4 3 A , 4 3 B の相対的な座標位置を演算する。これにより、生成した制御情報 D 5 を使用する場合、基準マーカ一部 9 1 の重心位置を、実際の作業領域内の基準、例えば、図 3 に示す基板 B の中心位置に合わせることで、産業用ロボット 1 0 0 を精度よく制御することが可能となる。

[0084] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した種々の態様で実施することが可能である。

例えば、上記実施形態では、複数の治具 1 5 A , 1 5 B を用いたが、これに限らず、1 つ又は 3 つ以上の治具 1 5 を用いてもよい。また、1 つの治具 1 5 を複数回動作させて取得した複数の制御情報 D 5 を、後から合成してもよい。

[0085] また、上記実施形態において、治具 1 5 の構成、可動部用マーカ一部 4 6

の位置等は、一例であり、適宜変更可能である。図7は、別例の治具120を示している。なお、以下の説明では、上記実施形態と同様の構成については、同一符号を付し、その説明を適宜省略する。治具120の一对のエンドエフエクタ123, 124は、外側に開く湾曲形状をなしており、互いの間にマーカ一部43が設けられている。エンドエフエクタ123, 124の各々には、形状の異なる可動部用マーカ一部126, 127が設けられている。可動部用マーカ一部126, 127は、一方に長い長方形形状をなしており、エンドエフエクタ123, 124の延設方向に向かって配置されている。可動部用マーカ一部126は、可動部用マーカ一部127に比べて長くなっている。このような構成では、可動部用マーカ一部126, 127の反射特性だけでなく、形状に差を設けることで、治具120の上下方向の向きや傾きを検出し易くすることが可能となる。

[0086] また、治具120の本体部129には、3つの本体部用マーカ一部131が設けられている。3つの本体部用マーカ一部131は、互いの距離が異なるように、例えば、1つの直角三角形の各頂点となる位置に設けられている。このような構成では、例えば、3つの本体部用マーカ一部131の各位置を検出し、三角測量の原理等を利用したアルゴリズムによって治具120の傾き等を検出することが可能となる。

[0087] また、図8に示すように、エンドエフエクタ45を備えない治具140を用いてもよい。図8に示す治具140は、T字形状をなしており、直交する3方向に延びる部分のそれぞれにマーカ一部142, 143, 144が設けられている。マーカ一部142〜144は、一方に長い長方形形状をなしており、互いに異なる長さとなっている。このような構成の治具140を用いても、制御情報生成装置17に対して、アーム部105, 107の位置や移動方向等を教示することが可能となる。

[0088] また上記実施形態では、治具15Aのマーカ一部43Aを、照明装置33が照射する特定の波長の光を反射する反射特性とし、もう一方の治具15Bのマーカ一部43Bを、照明装置34が照射する特定の波長の光を反射する

反射特性として構成し、2つのマーカ一部43A, 43Bの反射特性に差を設けることで識別していたが、識別方法はこれに限定されない。例えば、図9に示すように、一方の治具150に3つのマーカ一部151を設け、図10に示すように、他方の治具160に4つのマーカ一部161を設けて、それぞれをグループ化して識別してもよい。なお、以下の説明では、図7の治具120と同様の構成については、同一符号を付し、その説明を適宜省略する。

[0089] 図9に示すように、3つのマーカ一部151の各々は、エンドフェクタ123の先端部、エンドフェクタ124の先端部、本体部129の中央部分にそれぞれ設けられ、図9中に一点鎖線で示すように、略正三角形の頂点の位置に設けられている。また、図10に示すように、4つのマーカ一部161は、エンドフェクタ123の先端部、エンドフェクタ124の先端部、本体部129における端部部分（図10における左右両側の端部）にそれぞれ設けられ、図10中に一点鎖線で示すように、台形を構成する位置に設けられている。このため、マーカ一部151の重心位置153と、マーカ一部161の重心位置163は、互いに異なる位置となる。

[0090] そして、例えば、モーションキャプチャーを実行する前の初期設定として、制御情報生成装置17は、トラッキング領域R1内に挿入された治具150を撮像し、3つのマーカ一部151をグループ化し、マーカ一部151の重心位置153を被検出対象として設定する。同様に、制御情報生成装置17は、治具160を撮像し、4つのマーカ一部161をグループ化し、マーカ一部161の重心位置163を被検出対象として設定する。

[0091] これにより、グループ化された各マーカ一部151, 161の群単位で、撮像データD1から抽出した位置情報D2（座標位置）のマッチングを実施することで、各マーカ一部151, 161（重心位置153, 163）の位置や移動方向の混同を防ぎ、精度よく検出することが可能となる。また、マーカ一部151, 161の互いの重心位置153, 163が異なるため、抽出した座標位置と、マーカ一部151, 161のマッチングが容易となる。

また、例えば、3つのマーカ一部151の一つの位置が検出できなくとも、他のマーカ一部151の位置情報に基づいて検出できないマーカ一部151の位置を補間し、重心位置153を取得することで、位置の消失を防止することが可能となる。

[0092] また、2つのマーカ一部43A, 43Bの識別方法は、上記した反射特性やグループ化に限らず、2つのマーカ一部43A, 43Bの互いの色、大きさ、形状等を異ならせることで、識別してもよい。あるいは、これらの組み合わせによって異なる特性を付与し、マーカ一部43A, 43Bを識別してもよい。あるいは、マーカ一部43A, 43Bを異なる発光色のLED等で構成し、マーカ一部43A, 43B自体を発光させてもよい。

[0093] また、上記実施形態において、CPU61は、S27において曲率及び移動速度に基づいて、位置情報D2を補正したが、これに限らず、産業用ロボット100の最大加速度に基づいて位置情報D2を補正してもよい。

[0094] また、上記実施形態では、入力部67を操作してリアルタイムで作業情報D3を入力したが、これに限らない。例えば、特定のマーカ一部を予め登録しておき、制御情報生成装置17は、その特定のマーカ一部を検出したタイミングを、作業情報D3を追加するタイミングの情報として制御情報D5に保存してもよい。ユーザは、制御情報D5を生成した後に、制御情報D5に保存された作業情報D3を挿入すべきタイミングの情報を検索し、必要な作業情報D3を追加してもよい。従来構成では、メインプログラムのどのポイントに必要なサブルーチンを追加するのかわ、メインプログラムの内容を見ながら検索する必要があった。これに対し、当該方法によれば、追加すべきポイントが予め設定されているため、サブルーチンの追加が容易となる。この場合、特定のマーカ一部は、本願における入力部の一例となる。

[0095] また、上記実施形態において、位置情報生成部71は、ユーザの手作業によるぶれを修正するため、生成した位置情報D2(座標位置)を補正する処理を実行してもよい。

また、制御情報D5は、位置情報生成部71が生成した位置情報D2のす

べてを使用せずに、特徴点（開始点、通過点、到達点）だけを抽出して、その特徴点を結ぶ線路の移動を可能とする制御情報 D 5 を生成してもよい。

[0096] また、本願におけるロボットとして、ロボットアーム 101, 103 に適用する例について説明したが、これに限定されない。例えば、本願におけるロボットは、電子部品の吸着やレーザビームの照射、ネジ締め等の作業を行う作業部を備えるロボットでもよい。また、シリアルリンク機構を備えたロボットに限らず、XY軸方向に直交して動作するロボット、パラレルリンク機構を備えたロボットでもよい。

また、上記実施形態では、光学方式を用いたモーションキャプチャーについて説明したが、本願におけるモーションキャプチャーは、他との方法、例えば、磁気センサの動作を検出する磁気方式でもよい。例えば、治具 15 に位置データを送信する磁気センサを取り付け、カメラ 13 の代わりに位置データを受信する受信装置を取り付けてもよい。この場合、当該磁気センサは、本願における移動部の位置を示す位置マーカ一部に対応する。また、受信装置は、検出部に対応する。

符号の説明

[0097] 10 ティーチング装置、13 カメラ（検出部）、15 治具、43 マーカ一部（位置マーカ一部）、45 エンドエフェクタ（可動部）、46 可動部用マーカ一部、49 アクチュエーター（駆動部）、61 CPU（処理部）、67 入力部、91 基準マーカ一部、101, 103 ロボットアーム（ロボット）、105, 107 アーム部（移動部）、109, 111 ハント部（作業部）、D1 撮像データ（検出データ）、D2 位置情報、D3 作業情報、D5 制御情報、SP1, SP2 サンプルング点、SP1A, SP1B, SP2A, SP2B サンプルング点（特徴点）。

請求の範囲

- [請求項 1] 移動部と、前記移動部に設けられた作業部とを備えるロボットの動作を制御する制御情報を生成するティーチング装置であって、
- 前記移動部の位置を示す位置マーカ一部を有する治具と、
- 前記治具の移動にともなって移動する前記位置マーカ一部を検出する検出部と、
- 前記作業部が作業位置において実施する作業に係わる作業情報を入力する入力部と、
- 前記検出部が前記位置マーカ一部を検出した検出データと、前記入力部の前記作業情報とを処理する処理部と、を備え、
- 前記処理部は、
- 前記検出データに基づいて、前記位置マーカ一部の 3 次元座標の位置情報を生成する位置情報生成処理と、
- 前記位置情報に基づいて、前記位置マーカ一部の移動方向及び移動速度に係わる移動情報を生成する移動情報生成処理と、
- 前記位置情報及び前記移動情報に応じて前記移動部を移動させ、且つ前記作業情報に応じて前記作業部に作業をさせる一連の作業の前記制御情報を生成する制御情報生成処理と、を実行することを特徴とするティーチング装置。
- [請求項 2] 前記治具は、可動部と、前記可動部を駆動する駆動部と、前記可動部の位置を示す可動部用マーカ一部とを有し、
- 前記処理部は、前記位置情報生成処理として、前記駆動部の駆動に基づいて前記可動部が動作するのにともなって移動する前記可動部用マーカ一部の前記位置情報を生成することを特徴とする請求項 1 に記載のティーチング装置。
- [請求項 3] 前記処理部は、前記制御情報生成処理において、前記移動部を移動させた後、前記作業部による作業を実施する前に実行する前記制御情報として、前記作業位置における前記作業部の位置を補正する制御情報

報を追加することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のティーチング装置。

[請求項4] 前記処理部は、前記位置情報生成処理において、生成した前記位置情報の中から複数の特徴点を抽出し、前記特徴点の間の前記位置情報を近似する補正処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のティーチング装置。

[請求項5] 前記処理部は、前記位置情報生成処理として、前記検出データに基づいて、前記位置マーカ一部的位置をサンプリングし、サンプリング点の位置を前記位置情報として生成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のティーチング装置。

[請求項6] 前記処理部は、前記移動情報生成処理として、前記位置情報生成処理によって生成された複数のサンプリング点において、隣接する前記サンプリング点間の位置関係に基づいて前記移動方向を検出し、隣接する前記サンプリング点間の距離とサンプリング周期とに基づいて前記移動速度を検出することを特徴とする請求項 5 に記載のティーチング装置。

[請求項7] 前記処理部は、前記移動情報生成処理として、前記サンプリング点を結ぶ曲線の曲率が所定の曲率を超えていた場合、前記移動速度が所定の速度を超えていた場合、及び前記移動速度における加速度が所定の加速度を超えていた場合の少なくとも一つの場合に、前記位置情報を補正することを特徴とする請求項 6 に記載のティーチング装置。

[請求項8] 前記ロボットの動作の基準となる位置に設けられた基準マーカ一部を備え、

前記検出部は、前記基準マーカ一部を検出し、

前記処理部は、前記位置情報生成処理において、前記基準マーカ一部に対する前記位置マーカ一部の相対的な位置を、前記位置情報として生成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載のティーチング装置。

[請求項9] 前記ロボットは、前記移動部の駆動機構としてシリアルリンク機構を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれかに記載のティーチング装置。

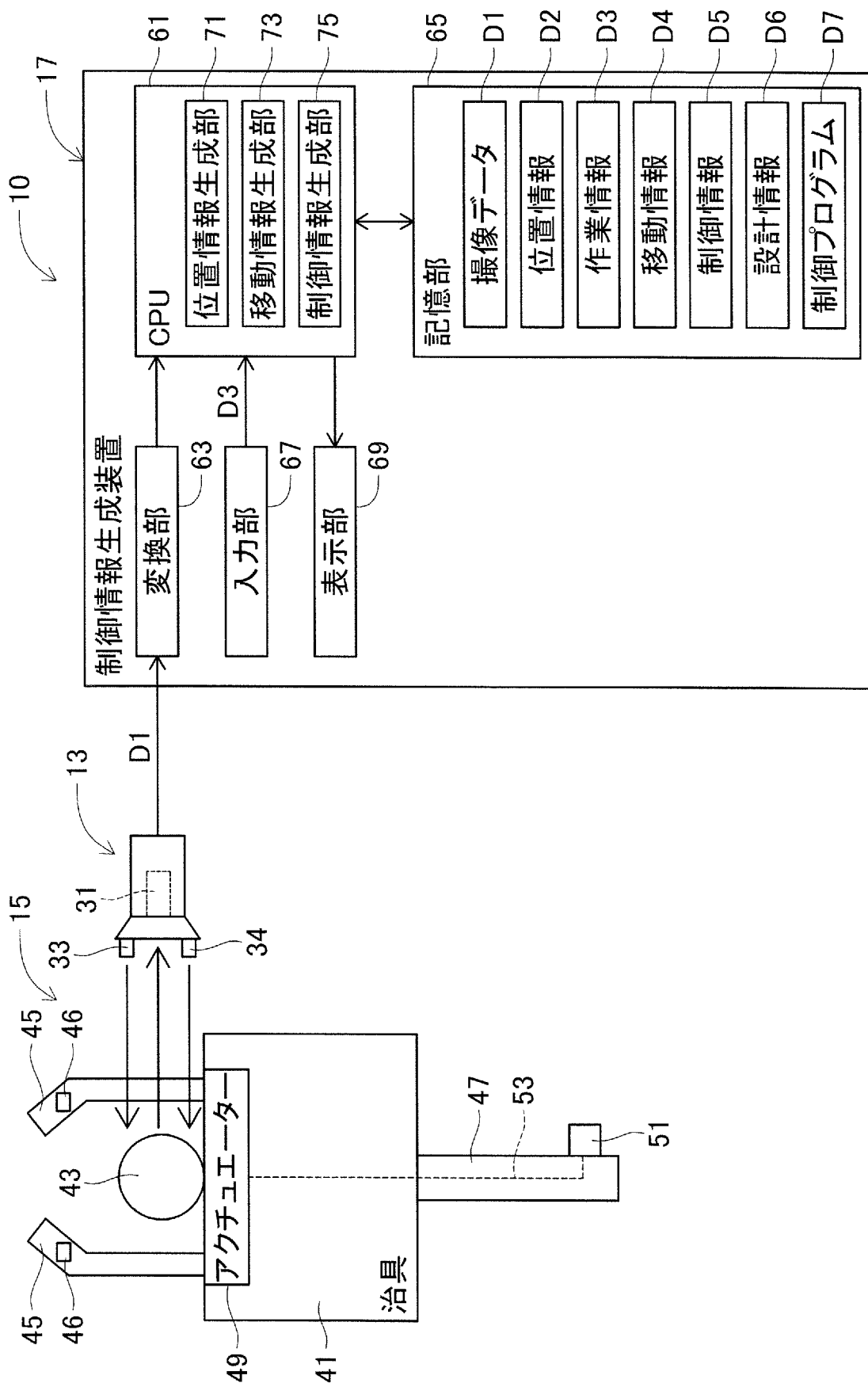
[請求項10] 移動部と、前記移動部に設けられた作業部とを備えるロボットの動作を制御する制御情報の生成方法であって、前記移動部の位置を示す位置マーカ一部を有する治具と、前記治具の移動にともなって移動する前記位置マーカ一部を検出する検出部と、前記作業部が作業位置において実施する作業に係わる作業情報を入力する入力部と、を備えるティーチング装置に対し、

前記検出部が前記位置マーカ一部を検出した検出データに基づいて、前記位置マーカ一部の3次元座標の位置情報を生成する位置情報生成ステップと、

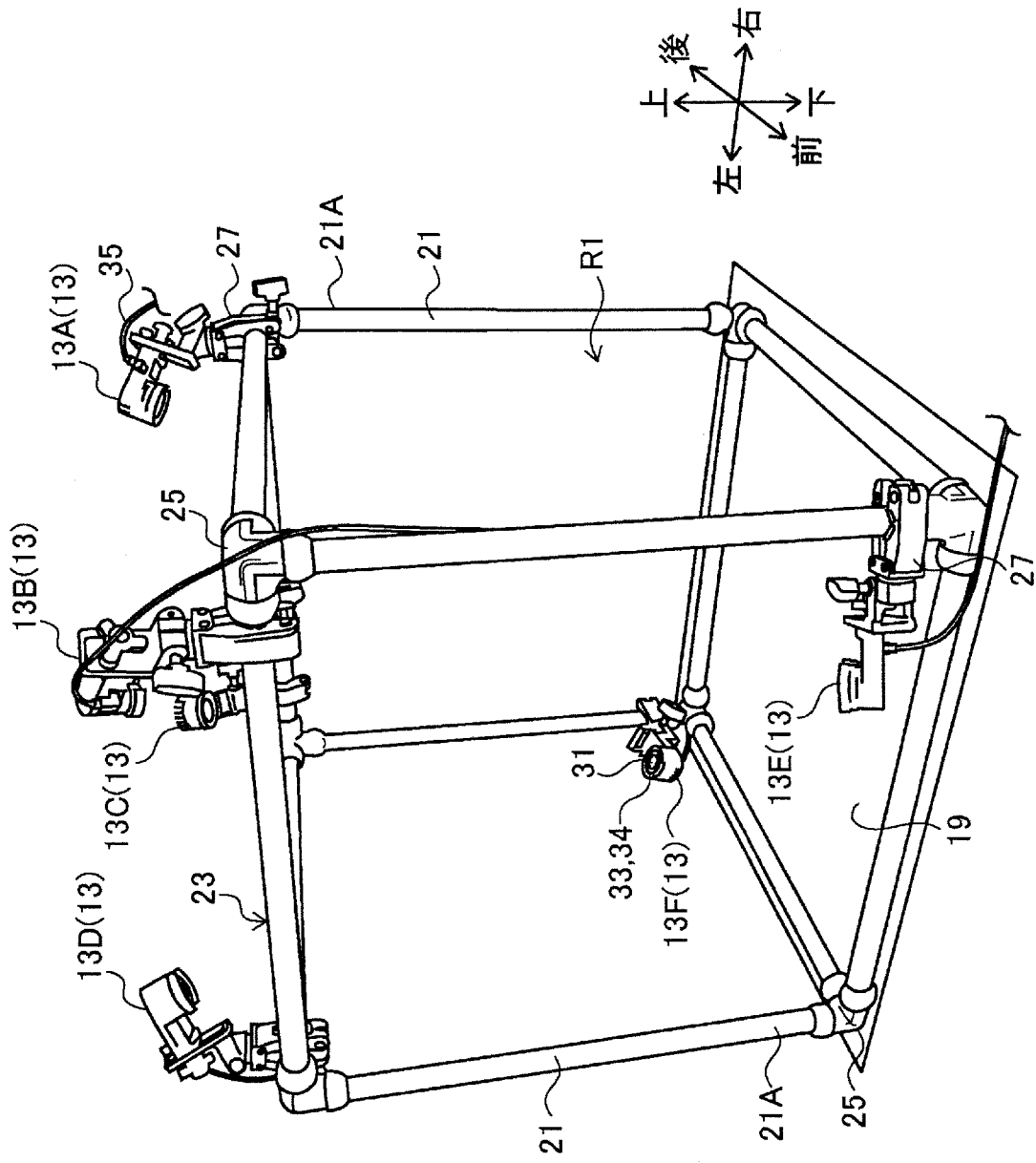
前記位置情報に基づいて、前記位置マーカ一部の移動方向及び移動速度に係わる移動情報を生成する移動情報生成ステップと、

前記位置情報及び前記移動情報に応じて前記移動部を移動させ、且つ前記作業情報に応じて前記作業部に作業をさせる一連の作業の前記制御情報を生成する制御情報生成ステップ処理と、を実行させることを特徴とする制御情報の生成方法。

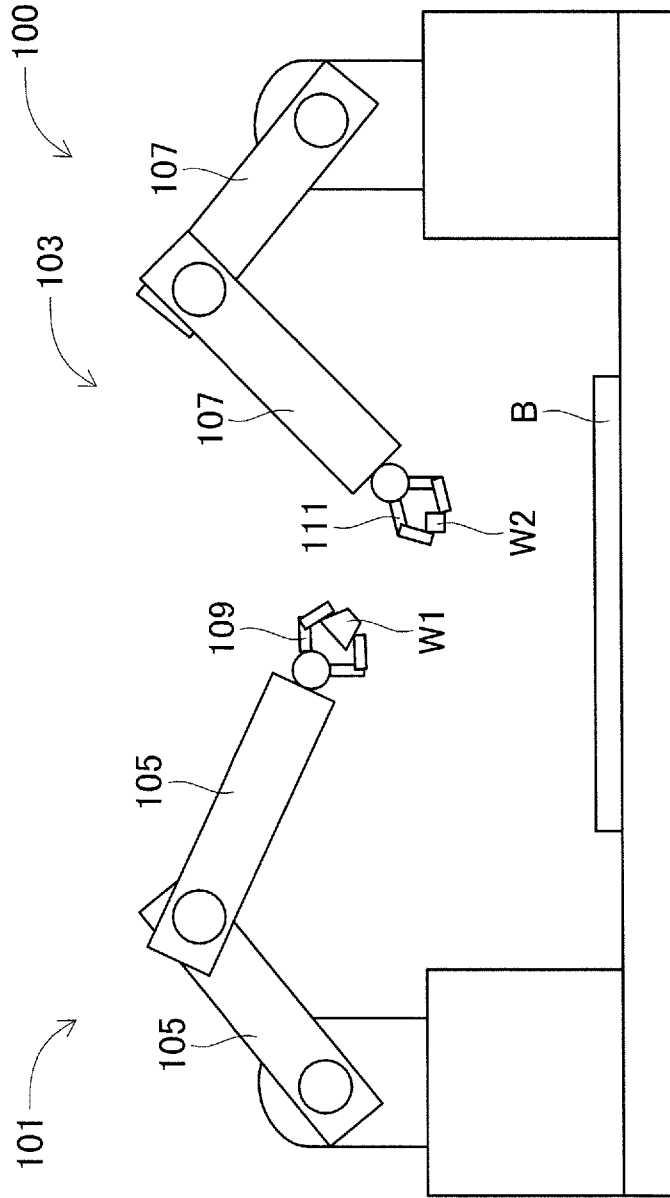
[図1]



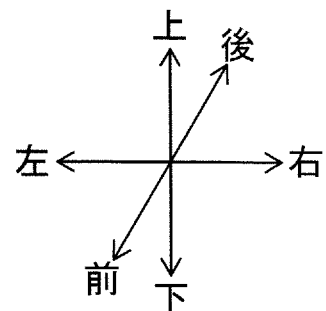
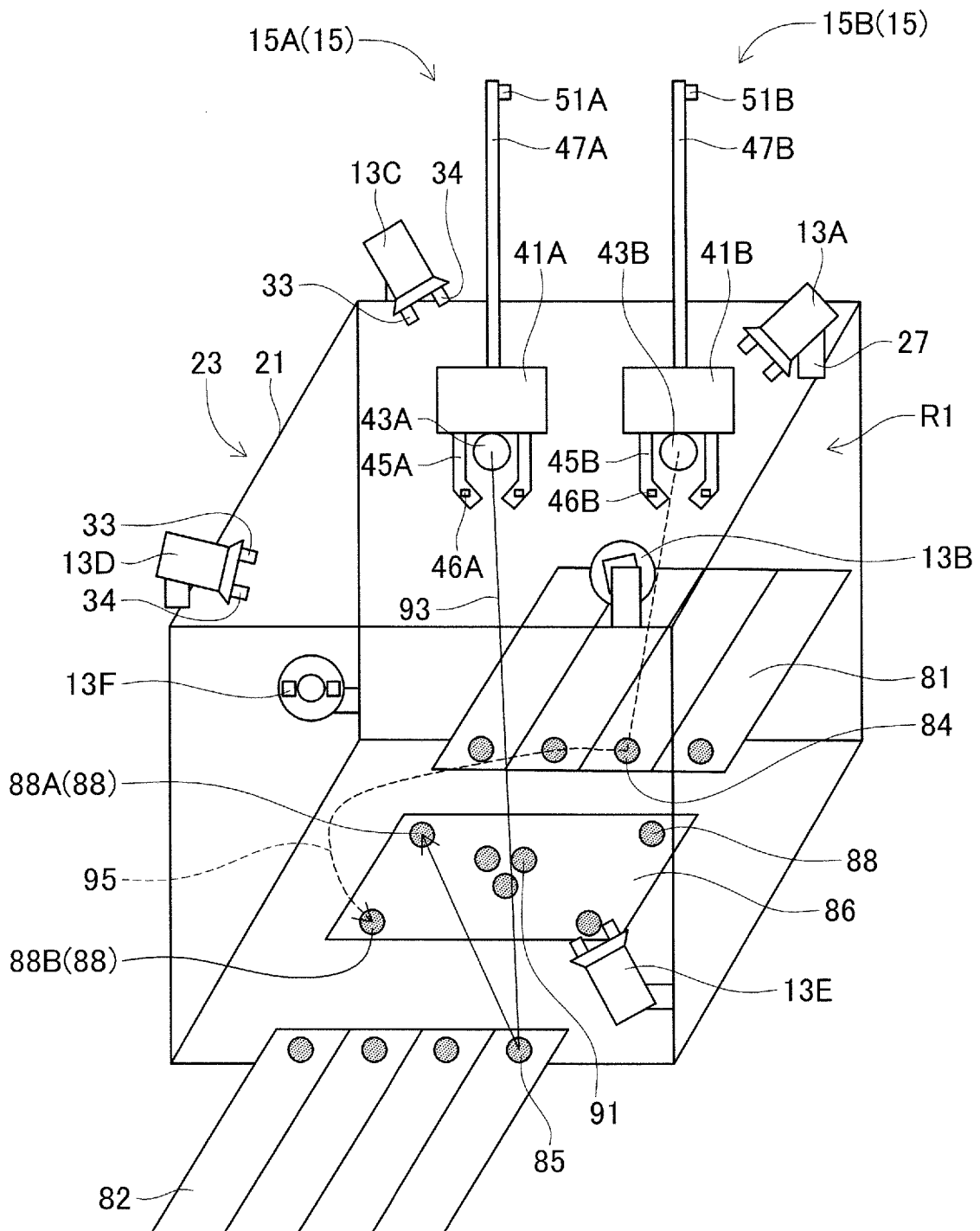
[図2]



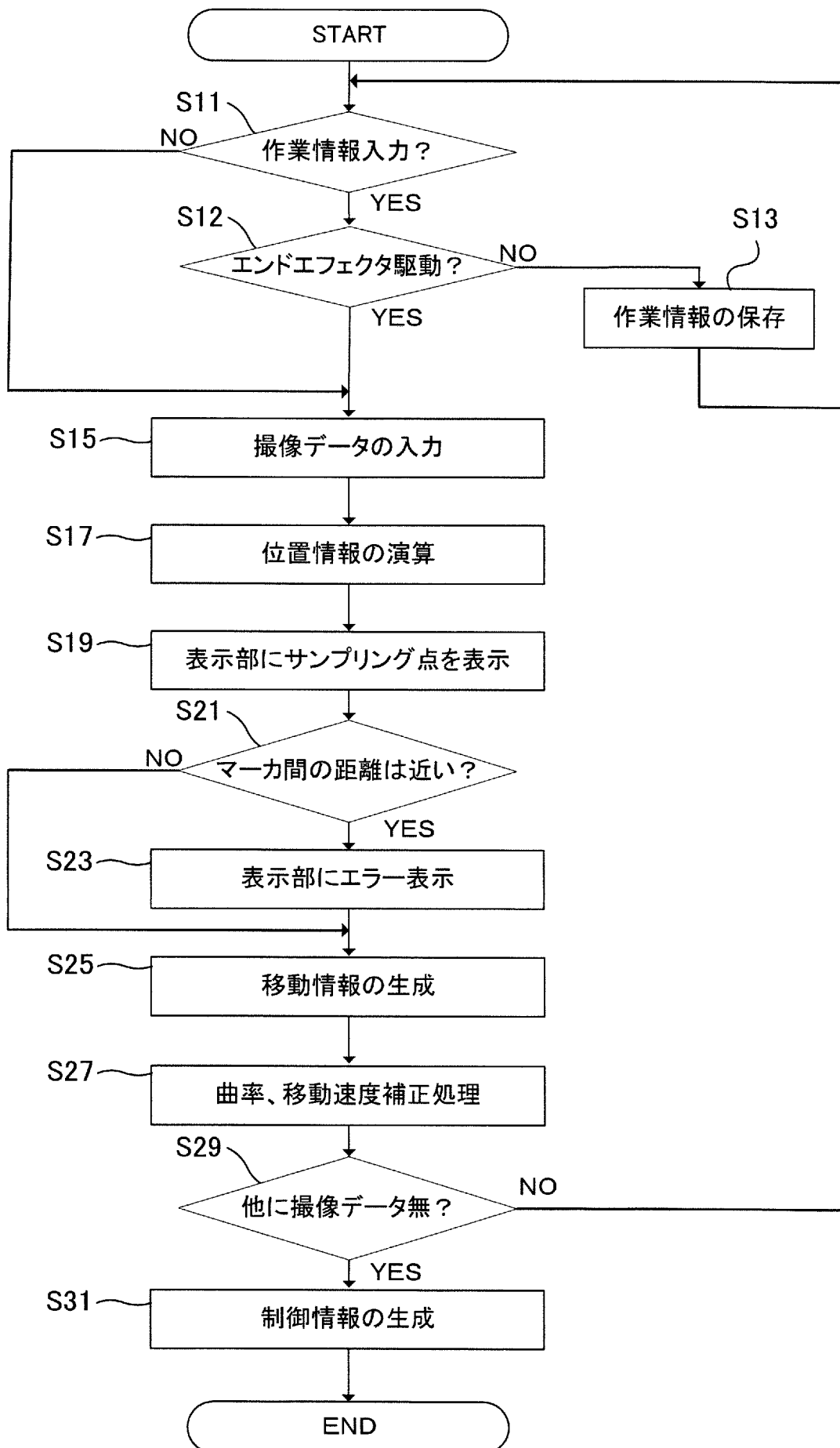
[図3]



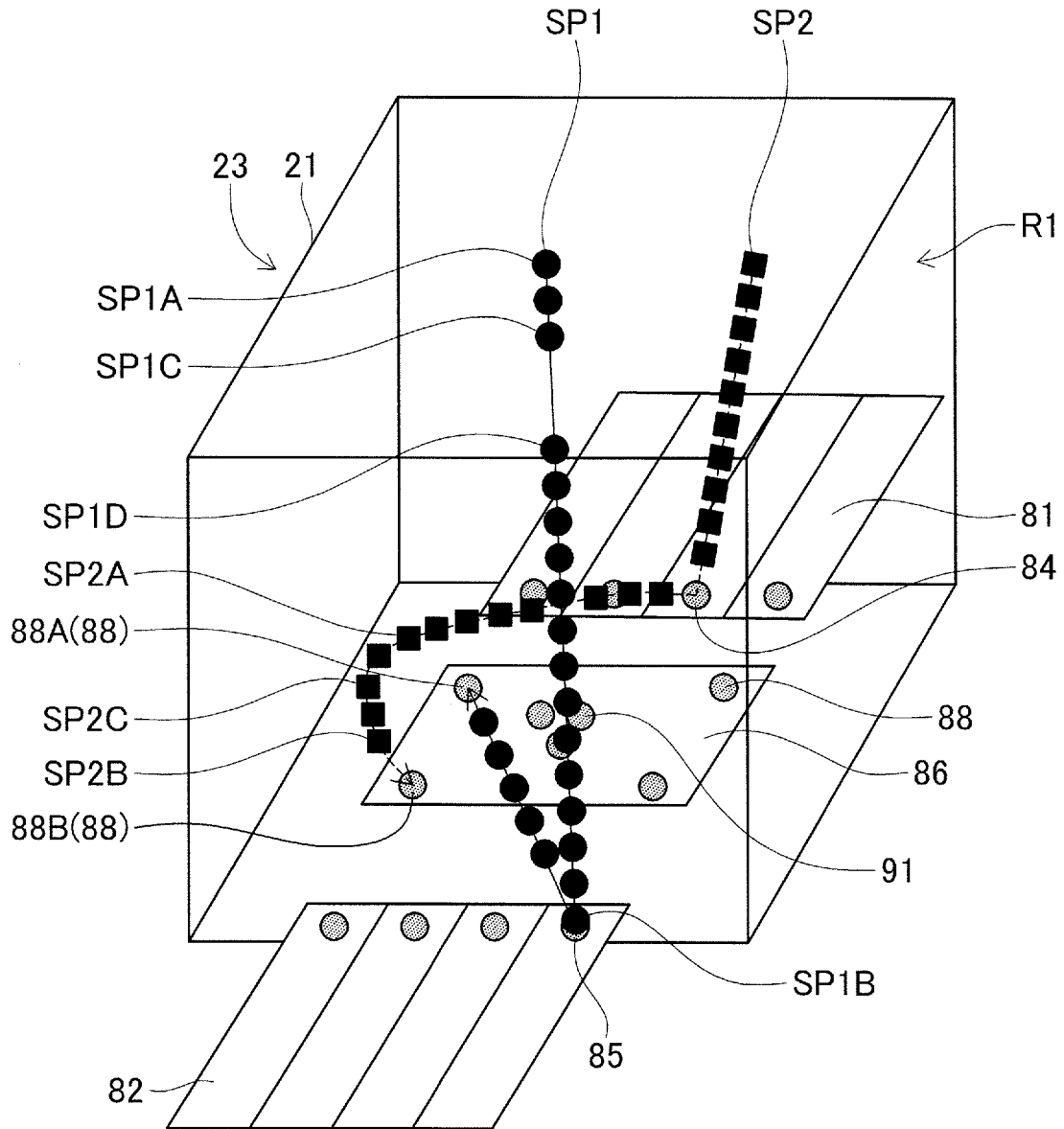
[図4]



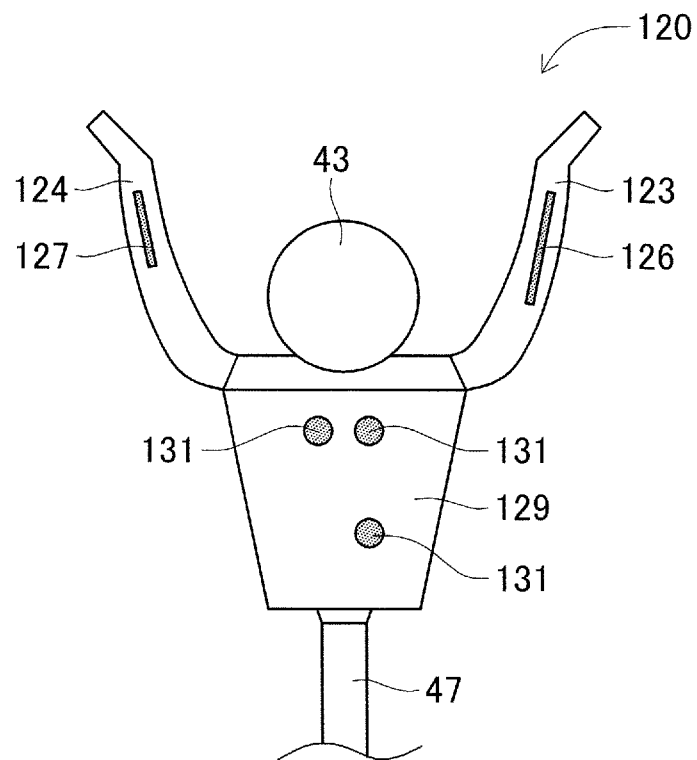
[図5]



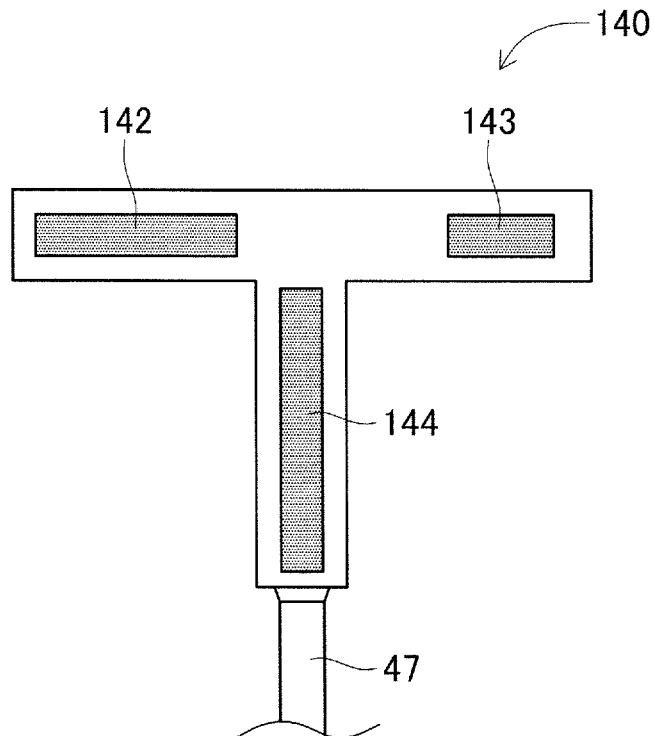
[図6]



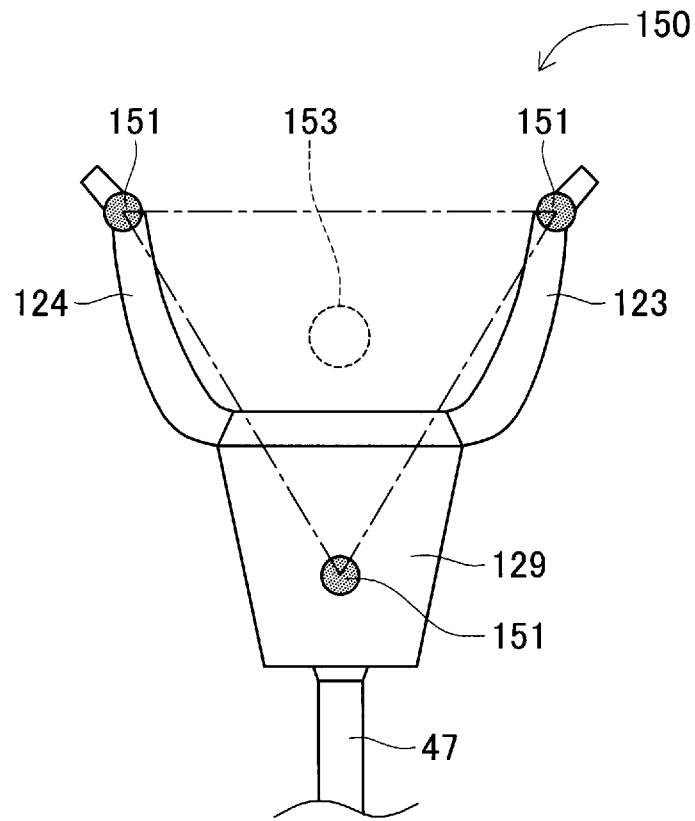
[図7]



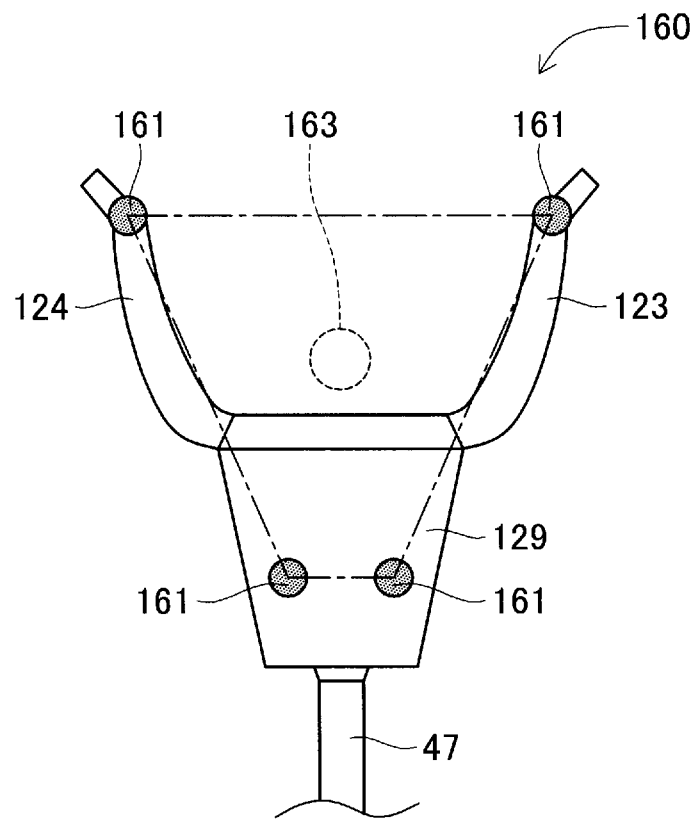
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 015 / 058427

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B25J9/22 (2006.01) ± f G05B1 9/42 (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) B25J9/22, G05B19/42 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015		
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.
X Y	J P 10 - 264059 A (Trinity Indus trial Corp .) , 06 October 1998 (06.10.1998) , paragraphs [0011] to [0020] ; Fig . 1 to 3 (Family : none)	1, 5, 8 - 10 2 - 4, 6 - 7
Y A	J P 2013 - 34835 A (Olympus Corp .) , 21 February 2013 (21.02.2013) , paragraphs [0019] to [0045] & US 2014 / 0148820 A1 & WO 2013 / 018912 A1 & EP 2739231 A1 & CN 103717171 A	2 1, 3 - 10
Y A	J P 2005 - 196242 A (Fanuc Ltd .) , 21 July 2005 (21.07.2005) , paragraphs [0019] to [0021] & US 2005 / 0143861 A1 & EP 1547733 A2	3 - 4 1 - 2, 5 - 10
<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 09 June 2015 (09.06.15)		Date of mailing of the international search report 23 June 2015 (23.06.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigas eki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/058427

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-261878 A (Daihen Corp.), 24 September 2004 (24.09.2004), paragraphs [0074] to [0078] & US 2007/0145027 A1 & WO 2004/069491 A1 6 EP 1604791 A1 & CA 2515228 A1	3-4 1-2, 5-10
Y A	JP 6-102919 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 15 April 1994 (15.04.1994), paragraphs [0042] to [0051] (Family : none)	3-4 1-2, 5-10
Y A	JP 2-148111 A (Toshiba Corp.), 07 June 1990 (07.06.1990), page 3, upper left column (Family : none)	6-7 1-5, 8-10
Y A	JP 2004-348250 A (Yas kawa Electric Corp.), 09 December 2004 (09.12.2004), paragraph [0071] (Family : none)	7 1-6, 8-10
A	JP 9-216183 A (Kawas aki Heavy Indus tries , Ltd .), 19 August 1997 (19.08.1997), paragraph [0050] (Family : none)	1-10
A	JP 9-47989 A (Kawas aki Heavy Indus tries , Ltd .), 18 February 1997 (18.02.1997), paragraph [0020] (Family : none)	1-10
A	US 5617515 A (Dynet ics, Inc.), 01 April 1997 (01.04.1997), entire text ; all drawings & WO 1996/001977 A1 & AU 3195195 A	1-10
A	Lian-Y i CHEN ; FUJIMOTO , H. ; SUZUKI , Y., Robot teaching with operat ing stick using the virtual real ity system, Robot and Human Communi cat ion , 1995. RO-MAN'95 TOKYO , Proceedings ., 4th IEEE International Wor kshop on, 1995.07.05, pp.345 - 350	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) IntCl. B25J9/22 (2006. 01) i, G05B19/42 (2006. 01) i		
B. 一調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) IntCl. B25J9/22, G05B19/42		
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- 日本国公開実用新案公報 1971-2 1 日本国実用新案登録公報 1996-2 1 日本国登録実用新案公報 1994-0 1		
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) 年		
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
X Y Y A Y A	JP 10-264059 A (トリニティ工業株式会社) 1998. 10. 06, 【011】 - [0020] ,第 1-3 図 (ファミリーなし) JP 2013-34835 A (オリンパス株式会社) 2013. 02. 21, 【019】 - [0045] & US 2014/0 148820 A1 & WO 2013/0 189 12 A1 & EP 273923 1 A1 & CN 1037 1717 1 A JP 2005-196242 A (ファナック株式会社) 2005. 07. 21 , 【019】 - [002 1] & US 2005/0 14386 1 A1 & EP 1547733 A2	1, 5, 8-10 2-4, 6-7 2 1, 3- 10 3-4 1-2 ,5-10
<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 A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 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 C」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) G」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 F」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 F」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 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 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 Z」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 0 9 . 0 6 . 2 0 1 5	国際調査報告の発送日 2 3 . 0 6 . 2 0 1 5	
国際調査機関の名称及びあて先 ≡本 国特許庁 (I S A / J P) 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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) 鈴木 崇文 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4	3 U 4 8 5 5

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
Y A	JP 2004-261878 A (株式会社ダイヘン) 2004. 09. 24 , D074] - D078] & US 2007/0145027 AI & WO 2004/069491 AI & EP 1604791 AI & CA 2515228 AI	3-4 1-2, 5-10
Y A	JP 6-102919 A (日本電信電話株式会社) 1994. 04. 15, [0042] - [0051] (ファミリーなし)	3-4 1-2, 5-10
Y A	JP 2-148111 A (株式会社東芝) 1990. 06. 07, 第3ページ左上欄 (ファミリーなし)	6-7 1-5, 8-10
Y A	JP 2004-348250 A (株式会社安川電機) 2004. 12. 09, [0071] (ファミリーなし)	7 1-6, 8-10
A	JP 9-216183 A (川崎重工業株式会社) 1997. 08. 19, [0050] (ファミリーなし)	1-10
A	JP 9-47989 A (川崎重工業株式会社) 1997. 02. 18, [0020] (ファミリーなし)	1-10
A	US 5617515 A (Dynerics, Inc.) 1997. 04. 01, 全文,全図 & WO 1996/001977 AI & AU 3195195 A	1-10
A	Lian-Yi CHEN ; FUJIMOTO, H. ; SUZUKI, Y. , Robot teaching with operating stick using the virtual reality system, Robot and Human Communication, 1995. RO-MAN' 95 TOKYO, Proceedings. , 4th IEEE International Workshop on, 1995. 07. 05, pp. 345 - 350	1-10