

(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

(43) 国際公開日
2019年5月31日(31.05.2019)



(10) 国際公開番号

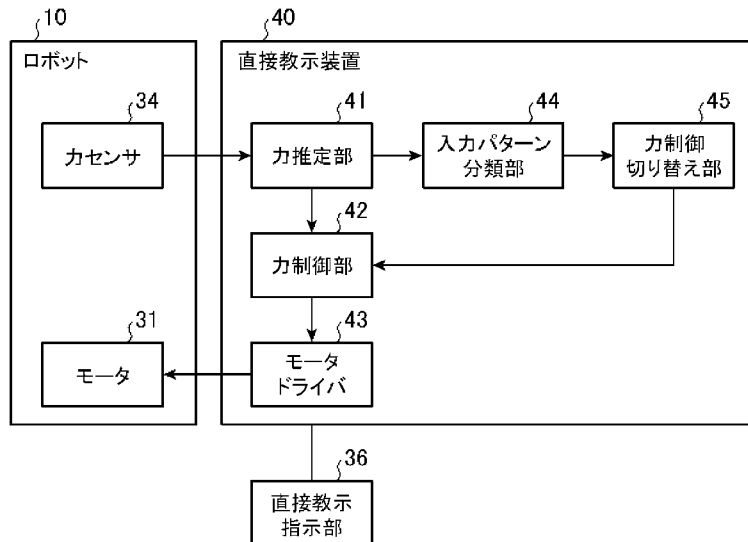
WO 2019/102746 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 9/22 (2006.01) *G05B 19/42* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/038332
- (22) 国際出願日: 2018年10月15日(15.10.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-227223 2017年11月27日(27.11.2017) JP
- (71) 出願人: アズビル株式会社 (AZBIL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 杉本 広大 (SUGIMOTO, Kodai); 〒1006419 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP).
佐藤 裕樹 (SATO, Hiroki); 〒1006419 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: DIRECT TEACHING DEVICE FOR ROBOTS AND METHOD FOR SAME

(54) 発明の名称: ロボットの直接教示装置及びその方法

[図3]



- 10... ROBOT
31... MOTOR
34... FORCE SENSOR
36... DIRECT TEACHING INSTRUCTION UNIT
40... DIRECT TEACHING DEVICE
41... FORCE ESTIMATING UNIT
42... FORCE CONTROL UNIT
43... MOTOR DRIVER
44... INPUT PATTERN CLASSIFYING UNIT
45... FORCE CONTROL SWITCHING UNIT

(57) Abstract: A direct teaching device (40) for robots that detects, with a force sensor (34), a manipulating force applied to an articulated robot (10) having a plurality of axes (J1 to J6), that moves the articulated robot (10) according to the force control of a force control unit (42) based on those results and that directly teaches the position thereof, wherein the device comprises: a force estimating unit (41) that estimates the manipulating force being applied to the axes (J1 to J6) on the basis of the detection results of the force sensor (34); an input pattern classifying unit (44) that classifies the input pattern of the manipulating force estimated by the force estimating unit (41) as preset input pattern types; and a force control switching unit (45) that switches the force control of the force control unit (42) in accordance with the input pattern of the

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, 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).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

manipulating force classified by the input pattern classifying unit (44).

(57) 要約: 複数の軸 (J 1 ~ J 6) を有する多関節ロボット (10) に加わる操作力を力センサ (34) によって検出し、その検出結果に基づいた力制御部 (42) の力制御に従って、多関節ロボット (10) を移動させて、その位置を直接教示するロボットの直接教示装置 (40) において、力センサ (34) の検出結果に基づいて、軸 (J 1 ~ J 6) に加えられた操作力を推定する力推定部 (41) と、力推定部 (41) によって推定された操作力の入力パターンを、予め設定された入力パターンの種類ごとに分類する入力パターン分類部 (44) と、入力パターン分類部 (44) によって分類された操作力の入力パターンに応じて、力制御部 (42) の力制御を切り替える力制御切り替え部 (45) とを備える。

明 細 書

発明の名称： ロボットの直接教示装置及びその方法

技術分野

[0001] この発明は、ロボットに対して操作力を加えて、その手先位置を直接教示するロボットの直接教示装置及びその方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、力制御に基づいたロボットの直接教示方法が、種々提供されている。このロボットの直接教示方法の1つとして、ロボットに加えた操作力を検出し、その検出結果に基づいてロボットを移動させて、その手先位置を直接教示する方法がある。このような、従来のロボットの直接教示方法としては、例えば、特許文献1に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平3－123907号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来の直接教示方法においては、手先位置を教示する際に、軽い操作力によってロボットを高速移動させるモードと、強い操作力によってロボットを低速移動させるモードとの間で、切り替え可能としている。しかしながら、このような直接教示方法を採用すると、作業者は、教示モードを切り替える度に、スイッチ切り替え操作を必要とするため、ロボットに対する教示効率が低下するおそれがある。

[0005] この発明は、上記課題を解決するものであって、ロボットに対する教示作業時において、その教示効率を低下させることなく、高速移動と高精度移動とを使い分けることができるロボットの直接教示装置及びその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

[0006] この発明に係るロボットの直接教示装置は、複数の軸を有する多関節ロボットに加わる操作力を力センサによって検出し、その検出結果に基づいた力制御部の力制御に従って、多関節ロボットを移動させて、その位置を直接教示するロボットの直接教示装置において、力センサの検出結果に基づいて、軸に加えられた操作力を推定する力推定部と、力推定部によって推定された操作力の入力パターンを、予め設定された入力パターンの種類ごとに分類する入力パターン分類部と、入力パターン分類部によって分類された操作力の入力パターンに応じて、力制御部の力制御を切り替える力制御切り替え部とを備えるものである。

[0007] この発明に係るロボットの教示方法は、複数の軸を有する多関節ロボットに加わる操作力を力センサによって検出し、その検出結果に基づいた力制御に従って、多関節ロボットを移動させて、その位置を直接教示するロボットの直接教示方法において、力センサの検出結果に基づいて、軸に加えられた操作力を推定し、推定された操作力の入力パターンを、予め設定された入力パターンの種類ごとに分類し、分類された操作力の入力パターンに応じて、力制御を切り替えるものである。

発明の効果

[0008] この発明によれば、ロボットに対する教示作業時において、その教示効率を低下させることなく、高速移動と高精度移動とを使い分けることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]この発明の実施の形態1に係るロボットの直接教示装置が適用される多関節ロボットの構成を示した外観図である。

[図2]各関節部内におけるトルクセンサの設置状態を示した図である。

[図3]この発明の実施の形態1に係るロボットの直接教示装置の構成を示したブロックである。

[図4]この発明の実施の形態1に係るロボットの直接教示装置の処理過程を示したフローチャートである。

[図5]予め設定された操作力の入力パターンの一例を示した図である。5 Aは、高精度並進移動に対応した操作力の入力パターンを示した図である。5 Bは、高精度回転移動に対応した操作力の入力パターンを示した図である。5 Cは、高速移動に対応した操作力の入力パターンを示した図である。

[図6]作業者の動作パターンに対応したリンク部材の移動形態を示した図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、この発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

[0011] 実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係るロボットの直接教示装置が適用される多関節ロボット10の構成例を示した外観図である。図1に示すように、多関節ロボット10は、基台11と、この基台11に支持されるアーム12とから構成されている。アーム12は、6自由度を有しており、6つのリンク部材21a～21f、6つの関節部22a～22f、及び、手先部23から構成されている。つまり、多関節ロボット10は、一般的な6軸多関節ロボットである。但し、本発明に係るロボット直接教示装置及びその方法は、多関節ロボットの構成及び自由度数によって、その本質が失われるものではない。

[0012] リンク部材21a～21fは、軸J1～J6をそれぞれ有しており、アーム12の基端側から先端側に向けて順に配置されている。手先部23は、リンク部材21fの先端に設けられており、アーム12の先端部を構成している。

[0013] 関節部22a～22fは、基台11とリンク部材21aとの間、リンク部材21a、21b間、リンク部材21b、21c間、リンク部材21c、21d間、リンク部材21d、21e間、及び、リンク部材21e、21f間を、それぞれ繋いでいる。更に、関節部22a～22fは、リンク部材21a～21fを軸J1～J6周りに回転可能に支持している。

- [0014] 上記多関節ロボット 10 に対する教示作業を行う場合には、作業者は、リンク部材 21 a ~ 22 f のうち、いずれか 1 つのリンク部材 21 a ~ 22 f を操作する。つまり、作業者から加えられた操作力は、6 つの軸 J 1 ~ J 6 のうち、複数の軸に作用し、その操作力が作用した軸 J 1 ~ J 6 は、操作軸として移動し、アーム 12 全体を移動させる。このとき、手先部 23 は、操作軸の直線移動または回転移動に伴って、並進移動または回転移動するため、その位置及び姿勢が教示される。
- [0015] 図 2 は、各関節部 22 a ~ 22 f におけるトルクセンサ 34 の設置状態を示した図である。図 2 に示すように、モータ 31 の回転軸 31 a、リンク部材 21 a ~ 21 f の中心軸 32、連結軸 33、及び、力センサとなるトルクセンサ 34 は、各関節部 22 a ~ 22 f 内に、それぞれ設けられている。モータ 31 は、リンク部材 21 a ~ 21 f を、その中心軸 32 を回転中心として回転させる。トルクセンサ 34 は、各リンク部材 21 a ~ 21 f の中心軸 32 に作用した操作力をそれぞれ検出する。
- [0016] モータ 31 の回転軸 31 a と中心軸 32 とは、連結軸 33 を介して連結されている。連結軸 33 の軸径は、回転軸 31 a の軸径及び中心軸 32 の軸径よりも小径となっている。モータ 31 の回転軸 31 a、中心軸 32、連結軸 33 は、及び、関節部 22 a ~ 22 f の関節軸は、各軸 J 1 ~ J 6 と同軸状になっている。つまり、回転軸 31 a、中心軸 32、及び、連結軸 33 は、軸 J 1 ~ J 6 周りに回転する。
- [0017] トルクセンサ 34 は、取付板 35 を介して、回転軸 31 a 及び中心軸 32 に取り付けられており、それらの軸 31 a、32 と共に回転する。取付板 35 は、回転軸 31 a の外周面と中心軸 32 の外周面との間において、それらの間に形成される軸方向隙間を跨ぐように設けられている。これにより、トルクセンサ 34 は、作業者による操作力が中心軸 32 に作用すると、これに伴って歪を生じ、その歪量を、操作力の大きさに換算して検出する。
- [0018] 図 3 は、この発明の実施の形態 1 に係るロボットの直接教示装置 40 の構成を示したブロックである。図 3 に示した直接教示装置 40 は、多関節ロボ

ット１０に対する作業者の直接教示作業を可能にするものであって、多関節ロボット１０及び直接教示指示部３６と接続されている。

[0019] 直接教示指示部３６は、作業者が、多関節ロボット１０に対して直接教示を行うことを、直接教示装置４０に指示する際に使用するものである。作業者は、直接教示指示部３６のスイッチ切り替え操作によって、多関節ロボット１０に対する直接教示の実行または停止を選択することができる。

[0020] 図３に示すように、直接教示装置４０は、力推定部４１、力制御部４２、モータドライバ４３、入力パターン分類部４４、及び、力制御切り替え部４５を有している。

[0021] 力推定部４１は、トルクセンサ３４の出力結果に基づいて、作業者によって操作力が加えられたリンク部材２１ａ～２１ｆ、及び、その操作力の大きさ（入力パターン）を推定する。力制御部４２は、力推定部４１の推定結果に基づいて、モータドライバ４３の駆動を制御する。モータドライバ４３は、モータ３１の回転角度を制御する。

[0022] つまり、力制御部４２は、操作力が直接的に加えられたリンク部材２１ａ～２１ｆと、その操作力の大きさに基づいて、モータドライバ４３の駆動を制御して、各モータ３１の回転角度を調整する。これにより、直接教示装置４０は、アーム１２を操作力に基づいて動作させて、その手先部２３を、目標位置となる作業位置に誘導し、その作業位置を教示する。この結果、手先部２３は、作業対象物に対して、任意の方向から、任意の姿勢で、且つ、任意の力によって接触する。

[0023] 入力パターン分類部４４には、予め複数種類の入力パターンが設定されている。この予め設定された入力パターンは、操作力の入力パターンであって、加えられた操作力が所定の閾値を超えた時刻を、入力開始時刻とし、その操作力の大きさが、入力開始時刻から所定期間以内において、どのように変化するかによって、複数種類に分類されている。

[0024] 例えば、加えられた操作力が入力開始時刻から所定期間以内で閾値以下となる入力パターンは、アーム１２の高精度移動に対応した操作力の入力パタ

ーンとする。また、加えられた操作力が入力開始時刻から所定期間以内で閾値を常に越えている入力パターンは、アーム 1 2 の高速移動に対応した操作力の入力パターンとする。

[0025] 作業者は、予め設定された複数種類の入力パターン、加える操作力の入力パターンが予め設定された入力パターンとなるための動作パターン（リンク部材 2 1 a～2 1 f に対する操作）、及び、動作後におけるリンク部材 2 1 a～2 1 f 及び手先部 2 3 の移動形態を、予め記憶している。これに対して、入力パターン分類部 4 4 は、力推定部 4 1 によって推定された操作力の入力パターンが、予め設定された入力パターンと一致するか否かを判断し、それらが一致した場合に、推定された操作力の入力パターンを、高精度移動に対応した入力パターン及び高速移動に対応した入力パターンのいずれか一方に分類する。

[0026] 力制御切り替え部 4 5 は、入力パターン分類部 4 4 によって分類された、操作力の入力パターンの種類に応じて、力制御部 4 2 の力制御を切り替える。

[0027] 力制御切り替え部 4 5 は、推定された操作力の入力パターンが、高精度移動に対応した入力パターンに分類された場合には、操作軸となるリンク部材 2 1 a～2 1 f が予め規定された動作を実行するように、力制御部 4 2 に指令する。また、力制御切り替え部 4 5 は、推定された操作力の入力パターンが、高速移動に対応した入力パターンに分類された場合には、軽い操作力によって、従来の直接教示が行えるように、力制御部 4 2 に指令する。

[0028] 次に、この発明の実施の形態 1 に係るロボットの直接教示装置の処理過程について、図 4 を用いて説明する。

[0029] 先ず、ステップ S T 1 において、作業者は、多関節ロボット 1 0 に対する直接教示を行うことを、直接教示装置 4 0 に指示するか否かを判断する。ここで、直接教示を実行すると判断した場合には、ステップ S T 2 に進む。一方、直接教示を実行しないと判断した場合には、処理を終了する。

[0030] 次いで、ステップ S T 2 において、作業者は、リンク部材 2 1 a～2 1 f

のうち、いずれか1つのリンク部材21a～21fに操作力を加えて、手先部23を、目標位置となる作業位置に向けて誘導する。このとき、各トルクセンサ34は、リンク部材21a～21fの軸J1～J6に作用する力を、それぞれ検出する。

[0031] そして、ステップST3において、力推定部41は、全てのトルクセンサ34の検出結果に基づいて、操作力が加えられたリンク部材21a～21f、及び、その操作力の大きさを推定する。

[0032] 具体的に、力推定部41は、操作力が加えられたリンク部材よりも先端側に位置するリンク部材には力が作用しない（トルクセンサ34の出力値が変化しない）ことを利用して、操作力が加えられたリンク部材21a～21fを推定する。

[0033] また、力推定部41は、操作力の大きさを、下記の式（1）を用いて推定する。

$$f = J^{-T} \tau \quad \dots (1)$$

但し、

$f = [f_x \ f_y \ f_z \ f_\alpha \ f_\beta \ f_\gamma]^T$: 作業者が加えた操作力

$\tau = [\tau_1 \ \tau_2 \ \tau_3 \ \tau_4 \ \tau_5 \ \tau_6]^T$: 重力補償済み出力値

J : [操作力が加えられたリンク部材の軸方向中央部における速度] = $J \times$

[操作力が加えられたリンク部材に対応する関節部の速度] を満たす行列

なお、 f_x 、 f_y 、 f_z は、直交3軸における各並進力であり、 f_α 、 f_β 、 f_γ は、直交3軸における各回転力である。

また、 τ_1 、 τ_2 、 τ_3 、 τ_4 、 τ_5 、 τ_6 は、6つのトルクセンサ34の各重力補償済み出力値である。

[0034] 次いで、ステップST4において、入力パターン分類部44は、推定された操作力の入力パターンが、予め設定された複数種類の入力パターンのいずれか1つと一致するか否かを判断する。ここで、推定された操作力の入力パ

ターンが予め設定された入力パターンと一致したと判断した場合には、ステップS T 5に進む。一方、推定された操作力の入力パターンが予め設定された入力パターンと一致しないと判断した場合には、ステップS T 2に戻る。

[0035] そして、ステップS T 5において、入力パターン分類部4 4は、推定された操作力の入力パターンを、高精度移動に対応した入力パターンに分類することができるか否かを判断する。ここで、分類できると判断した場合には、ステップS T 6に進む。一方、分類できないと判断した場合には、ステップS T 7に進む。

[0036] ここで、入力パターン分類部4 4に予め設定された入力パターン、及び、それに対応したリンク部材2 1 a～2 1 fの動作形態について、図5 Aから図5 C及び図6を用いて説明する。なお、図6は、リンク部材2 1 a～2 1 fのうち、リンク部材2 1 aを代表して図示している。また、図6の白抜き矢印は、作業者が叩く方向を示している。

[0037] 図5 Aに示した操作力の入力パターンは、アーム1 2の高精度移動に対応した入力パターンである。この高精度移動に対応した入力パターンは、加えられた操作力が所定の閾値 f_o を超えた時刻を、入力開始時刻 t_o とし、その操作力が、入力開始時刻 t_o から所定期間 t 以内に、1回閾値 f_o 以下となり、そのまま終了する入力パターンとなっている。つまり、上記高精度移動に対応した入力パターンは、操作力が、入力開始時刻 t_o から所定期間 t 以内に、1つのピーク値を有している。これに対して、そのような入力パターンを得るための作業者の動作パターンは、リンク部材2 1 a～2 1 fのいずれか1つを1回叩く動作となっている。

[0038] これにより、図6に示すように、作業者によって、リンク部材2 1 a～2 1 fが1回叩かれると、アーム1 2の手先部2 3は、予め規定された動作量だけ、その叩かれた方向に向けて移動する。

[0039] 図5 Bに示した操作力の入力パターンは、アーム1 2の高精度移動に対応した他の入力パターンである。この高精度移動に対応した入力パターンは、加えられた操作力が、入力開始時刻 t_o から所定期間 t 以内に、2回閾値 f

○以下となり、そのまま終了する入力パターンとなっている。つまり、上記高精度移動に対応した入力パターンは、操作力が、入力開始時刻 t_o から所定期間 t 以内で、2つのピーク値を有している。これに対して、そのような入力パターンを得るための作業者の動作パターンは、リンク部材 21a～21f のいずれか1つを2回叩く動作となっている。

[0040] これにより、図6に示すように、作業者によって、リンク部材 21a～21f が2回叩かれると、アーム 12の手先部 23は、予め規定された動作量だけ、演算結果の方向に向けて回転する。

[0041] 図5Cに示した操作力の入力パターンは、アーム 12の高速移動に対応した入力パターンである。この高速移動に対応した入力パターンは、加えられた操作力が、入力開始時刻 t_o から所定期間 t 以内において、常に閾値 f_o を超える入力パターンとなっている。これに対して、そのような入力パターンを得るための作業者の動作パターンは、リンク部材 21a～21f を押し続ける動作となっている。

[0042] 次に、ステップST6において、手先部 23は、従来の直接教示によって移動することにより、目標位置及び目標姿勢が教示される。

[0043] 具体的に、推定された操作力の入力パターンが高精度並進移動に対応した入力パターンに分類された合には、先ず、力制御部 42は、加えられた操作力の作用方向（並進方向） g を、下記の式（2）を用いて推定する。

$$g = [f_x \ f_y \ f_z]^T / \sqrt{[f_x \ f_y \ f_z]^T [f_x \ f_y \ f_z]} \quad \dots (2)$$

[0044] 続いて、力制御部 42は、操作力の作用方向 g において、手先部 23の目標位置及び目標姿勢 r を、下記の式（3）を用いて設定する。そして、手先部 23は、現在の位置及び姿勢 p から、設定した目標位置及び目標姿勢 r に向けて、作用方向 g に応じた移動方向に沿って移動する。

$$r = p + K [g^T 0_{1 \times 3}]^T \quad \dots (3)$$

但し、

$$p = [p_x \ p_y \ p_z \ p_\alpha \ p_\beta \ p_\gamma]^T : \text{現在の位置及び姿勢}$$

K : 定数

- [0045] また、推定された操作力の入力パターンが高精度回転移動に対応した入力パターンに分類された場合には、力制御部42は、操作力の作用方向に応じて、手先部23を回転させる。
- [0046] 先ず、1つ目の力制御方法として、作業者が叩いたリンク部材21a～21fに応じて、手先部23を回転させる場合には、力制御部42は、リンク部材21a, 21c, 21eを回転方向R1に向けて回転させる一方、リンク部材21b, 21d, 21fを回転方向R2に向けて回転させるように設定する。
- [0047] つまり、作業者がリンク部材21a, 21c, 21eのいずれか1つのリンク部材を2回叩いた場合には、手先部23は、リンク部材21a, 21c, 21eの回転方向R1への回転に伴って、その軸J1, J3, J5を回転中心として回転する。一方、作業者がリンク部材21b, 21d, 21fのいずれか1つのリンク部材を2回叩いた場合には、手先部23は、リンク部材21b, 21b, 21fの回転方向R2への回転に伴って、その軸J2, J4, J6を回転中心として回転する。
- [0048] また、2つ目の力制御方法として、操作力の作用方向に応じて、手先部23を回転させる場合には、図6に示すように、力制御部42は、リンク部材21a～21fの軸J1～J6を通る基準線Oを基準角度として、その基準線Oと、軸J1～J6を通る操作力の作用方向との交差角度 θ_f が、 $0 \sim 179$ [deg]であるときに、リンク部材21a～21fを回転方向R1に向けて回転させる一方、 $180 \sim 359$ [deg]であるときに、リンク部材21a～21fを回転方向R2に向けて回転させる。
- [0049] つまり、作業者がリンク部材21a～21fのいずれか1つのリンク部材を2回叩いた場合には、叩かれたリンク部材21a～21fは、交差角度 θ_f に応じて、回転方向R1または回転方向R2に向けて回転する。これにより、手先部23は、その叩かれたリンク部材21a～21fの軸J1～J6を回転中心として回転する。
- [0050] 力制御部42は、上述した2つの力制御方法のいずれかを採用した場合で

あっても、リンク部材 2 1 f の目標回転角度 θ_{r6} を、下記の式 (4) を用いて設定する。

$$\theta_{ri} = \theta_i + Ks \quad \dots (4)$$

但し、

i : リンク部材 2 1 a ~ 2 1 f に対応する番号(手先部 2 3 が回転する場合は $i = 6$)

θ_i : i に対応するリンク部材における現在の回転角度

K : 定数

s : 回転方向 R 1 のときは「1」、回転方向 R 2 のときは「-1」となる変数

[0051] これに対して、ステップ S T 7 において、手先部 2 3 は、アーム 1 2 を軽い操作力によって移動させることができるような、従来の直接教示によって、移動することにより、目標位置及び目標姿勢が教示される。このとき、加えられた操作力が閾値 f_0 以下になると、ステップ S T 8 に進む。

[0052] 次いで、ステップ S T 8 において、作業者は、多関節ロボット 1 0 に対する直接教示を終了することを、直接教示装置 4 0 に指示するか否かを判断する。ここで、直接教示を終了すると判断した場合には、処理を終了する。一方、直接教示を終了しないと判断した場合には、ステップ S T 2 に進む。

[0053] 以上、実施の形態 1 に係るロボットの直接教示装置及び直接教示方法は、多関節ロボット 1 0 に対する教示作業時において、その教示効率を低下させることなく、高速移動と高精度移動とを使い分けることができる。

[0054] 実施の形態 2.

この実施の形態 2 に係るロボットの直接教示装置及びその方法は、実施の形態 1 に係るロボットの直接教示装置及びその方法における 6 つのトルクセンサ 3 4 に替えて、1 つの 6 軸力センサ (図示省略) を手先部 2 3 に設けている。

[0055] これにより、力推定部 4 1 は、多軸力センサとなる 6 軸力センサの検出結果のみを用いて、操作力 f の大きさを、下記の式 (5) を用いて推定する。

$$f = [f_x \ f_y \ f_z \ f_\alpha \ f_\beta \ f_\gamma]^T \quad \dots (5)$$

[0056] また、推定された操作力の入力パターンが高精度回転移動に対応した入力パターンに分類された場合には、力制御部42は、操作力の作用方向に応じて、手先部23を回転させる。つまり、6つのトルクセンサ34を設けた場合には、それらが各軸J1～J6に対応して設けられているため、力推定部41は、操作力がどのリンク部材21a～21fに直接作用したのかを推定することができる。これに対して、6軸力センサを設けた場合には、それが各軸J1～J6に対応して設けられていないため、力推定部41は、操作力がどのリンク部材21a～21fに直接作用したのかを推定することができない。従って、力制御部42は、上述した2つ目の力制御方法のみを採用する。

[0057] 以上、実施の形態2に係るロボットの直接教示装置及び直接教示方法は、多関節ロボット10に対する教示作業時において、その教示効率を低下させることなく、高速移動と高精度移動とを使い分けることができる。

[0058] なお、本願発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは、各実施の形態における任意の構成要素の変形、もしくは、各実施の形態における任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0059] 本発明に係るロボットの直接教示装置及びその方法は、ロボットに対する教示作業時において、その教示効率を低下させることなく、高速移動と高精度移動とを使い分けることができるので、ロボットに対して操作力を加えて、その手先位置を直接教示するロボットの直接教示装置及びその方法で用いるのに適している。

符号の説明

[0060] 10 多関節ロボット
 11 基台
 12 アーム
 21a～21f リンク部材

2 2 a ~ 2 2 f 関節部
2 3 手先部
3 1 モータ
3 1 a 回転軸
3 2 中心軸
3 3 連結軸
3 4 トルクセンサ
3 5 取付板
3 6 直接教示指示部
4 0 直接教示装置
4 1 力推定部
4 2 力制御部
4 3 モータドライバ
4 4 入力パターン分類部
4 5 力制御切り替え部
J 1 ~ J 6 軸

請求の範囲

- [請求項1] 複数の軸を有する多関節ロボットに加わる操作力を力センサによって検出し、その検出結果に基づいた力制御部の力制御に従って、前記多関節ロボットを移動させて、その位置を直接教示するロボットの直接教示装置において、
- 前記力センサの検出結果に基づいて、前記軸に加えられた操作力を推定する力推定部と、
- 前記力推定部によって推定された操作力の入力パターンを、予め設定された入力パターンの種類ごとに分類する入力パターン分類部と、
- 前記入力パターン分類部によって分類された操作力の入力パターンに応じて、前記力制御部の力制御を切り替える力制御切り替え部とを備える
- ことを特徴とするロボットの直接教示装置。
- [請求項2] 前記力制御部は、
- 推定された操作力の入力パターンが、前記多関節ロボットの回転移動に対応した入力パターンに分類された場合には、
- 前記多関節ロボットにおける手先部の回転方向を制御することを特徴とする請求項1記載のロボットの直接教示装置。
- [請求項3] 前記力制御部は、
- 推定された操作力の入力パターンが、前記多関節ロボットの並進移動に対応した入力パターンに分類された場合には、
- 前記多関節ロボットにおける手先部の移動方向を、操作力の作用方向に応じて制御する
- ことを特徴とする請求項1記載のロボットの直接教示装置。
- [請求項4] 前記力センサは、前記多関節ロボットの各関節部に設けられ、
- 前記力推定部は、前記複数の軸の中から、操作力が加えられた軸を推定する
- ことを特徴とする請求項1から請求項3のうちのいずれか1項記載

のロボットの直接教示装置。

[請求項5] 前記力センサは、前記多関節ロボットの手先部に設けられた多軸力センサである

ことを特徴とする請求項1から請求項3のうちのいずれか1項記載のロボットの直接教示装置。

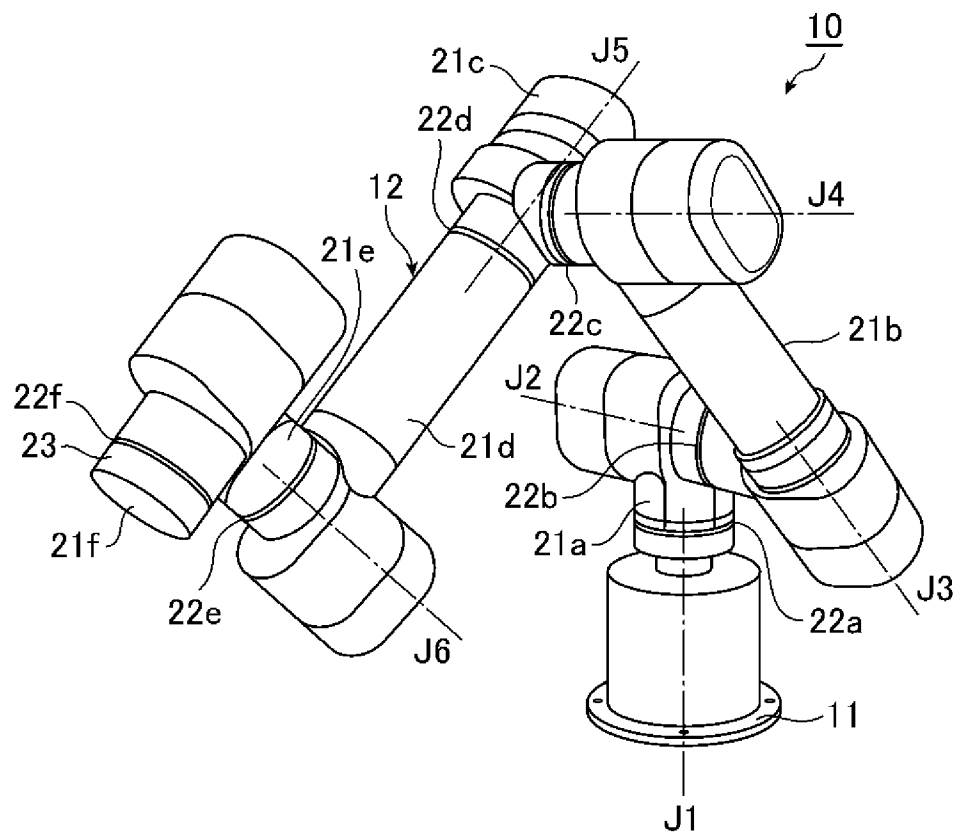
[請求項6] 複数の軸を有する多関節ロボットに加わる操作力を力センサによって検出し、その検出結果に基づいた力制御に従って、前記多関節ロボットを移動させて、その位置を直接教示するロボットの直接教示方法において、

前記力センサの検出結果に基づいて、前記軸に加えられた操作力を推定し、

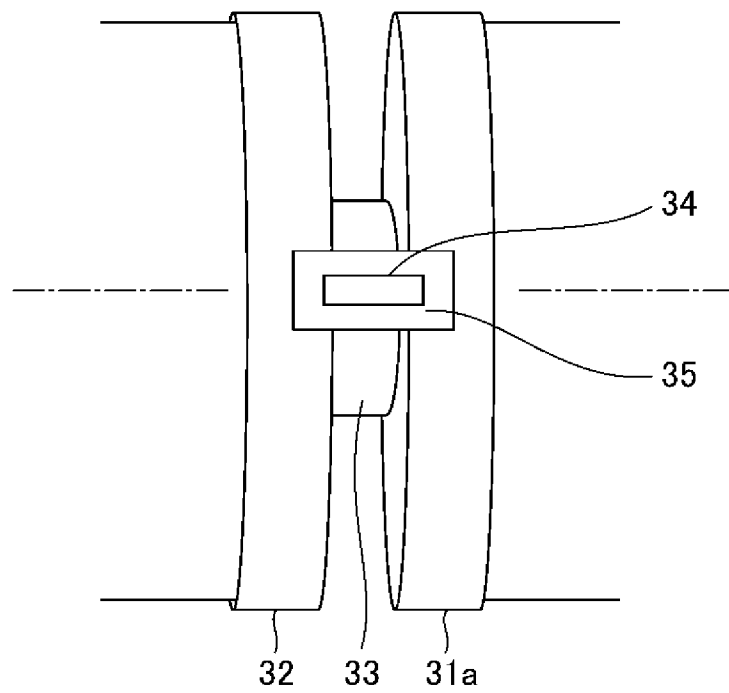
推定された操作力の入力パターンを、予め設定された入力パターンの種類ごとに分類し、

分類された操作力の入力パターンに応じて、力制御を切り替えることを特徴とするロボットの直接教示方法。

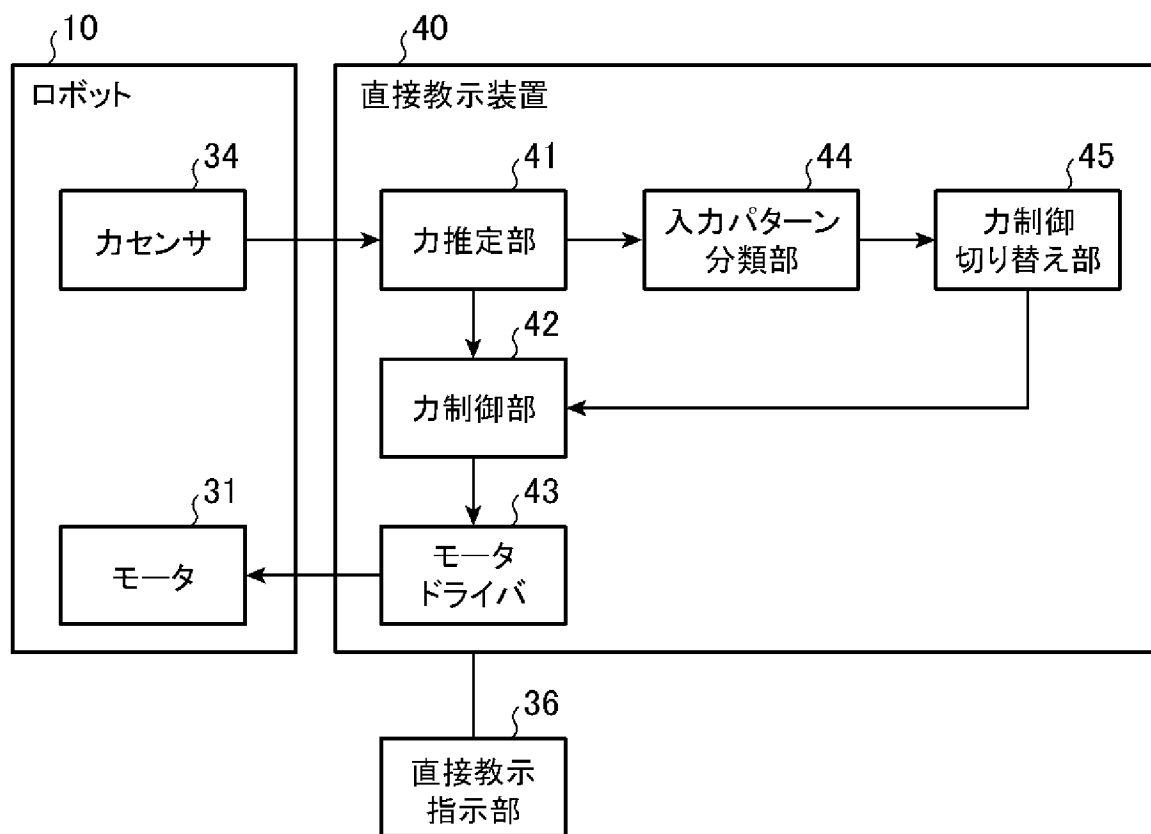
[図1]



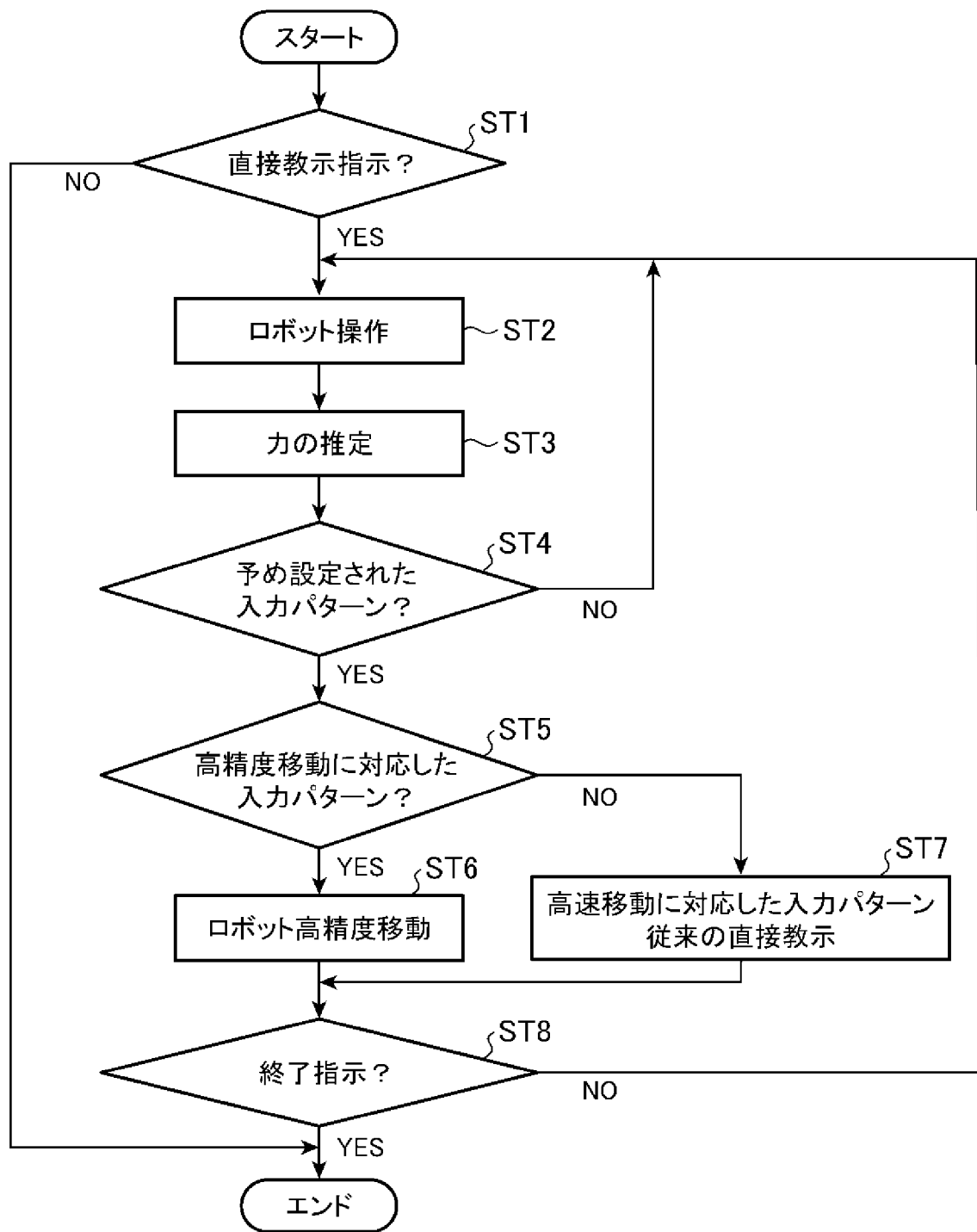
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

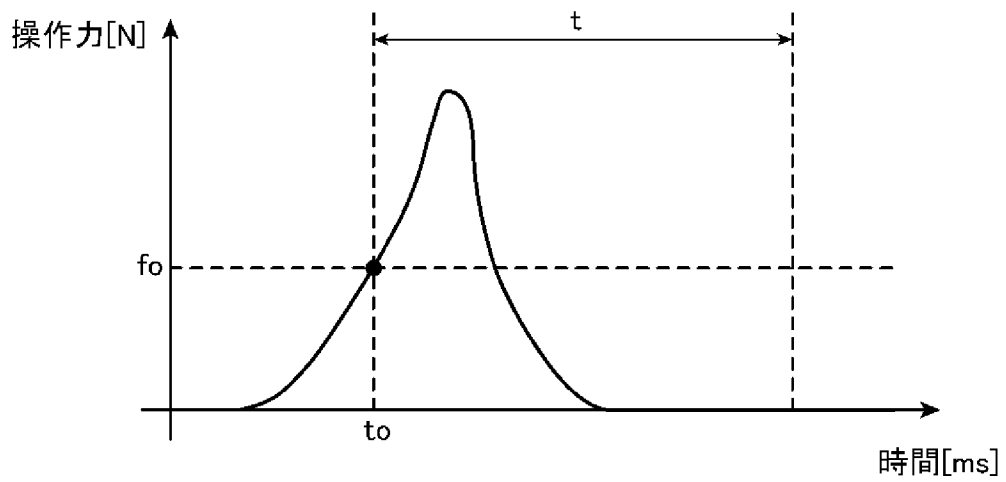


図5A

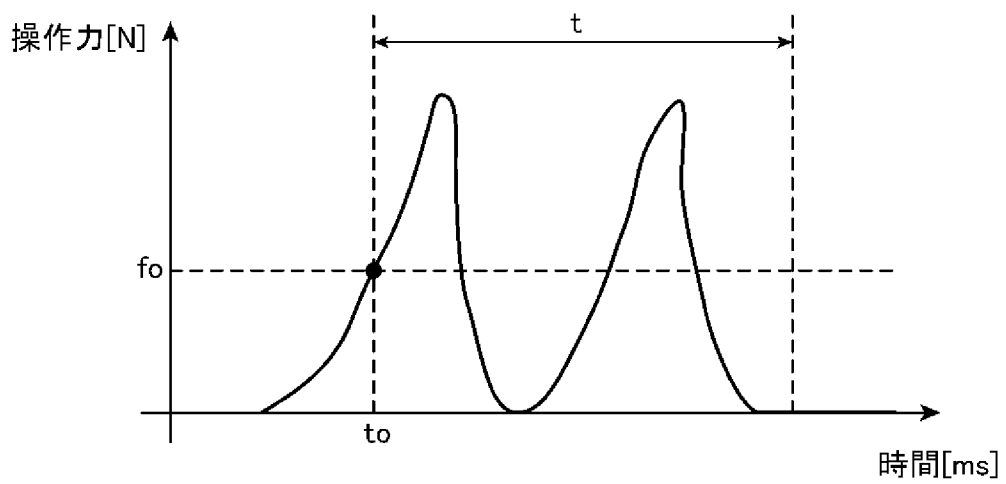


図5B

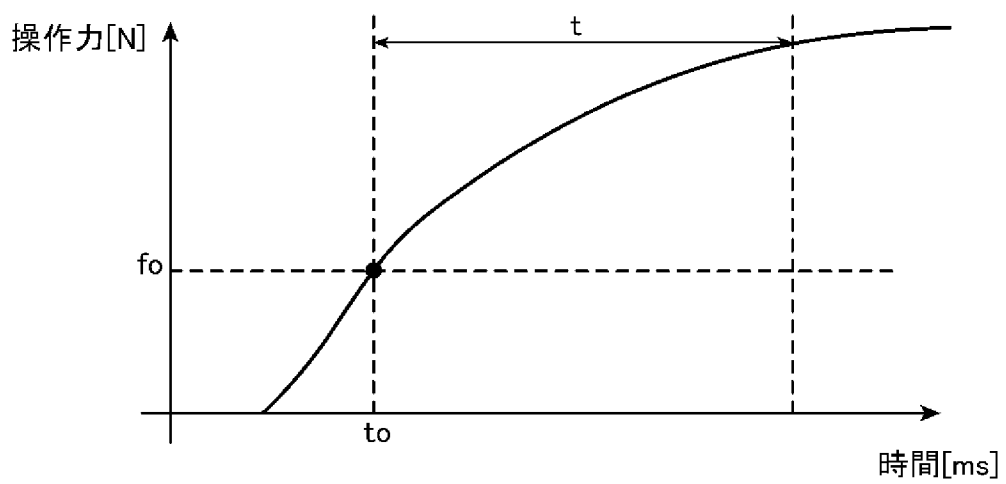
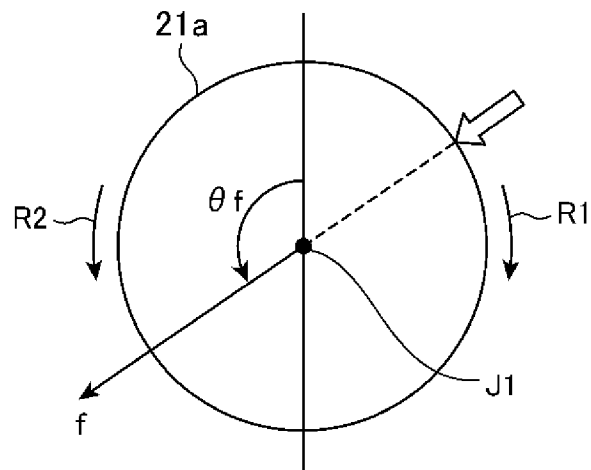


図5C

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/038332

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B25J9/22 (2006.01) i, G05B19/42 (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)

Int. Cl. B25J1/00-21/02, G05B19/18-19/416, G05B19/42-19/46

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.
X A	JP 2009-297853 A (DENSO WAVE INC.) 24 December 2009, paragraphs [0012]-[0042], fig. 1-5 (Family: none)	1, 4-6 2-3
X A	JP 2008-110406 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 15 May 2008, paragraphs [0007]-[0019], fig. 1-5 (Family: none)	1, 4-6 2-3
A	WO 2010/079564 A1 (PANASONIC CORP.) 15 July 2010, entire text, all drawings & JP 4568795 B2 & US 2011/0015785 A1, entire text, all drawings & EP 2431138 A1 & CN 102056715 A	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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
11.12.2018

Date of mailing of the international search report
25.12.2018

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/JP2018/038332

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 2017-74669 A (RICOH CO., LTD.) 20 April 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2014-128843 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 10 July 2014, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 3-123907 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 27 May 1991, entire text, all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B25J9/22(2006.01)i, G05B19/42(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. B25J1/00-21/02, G05B19/18-19/416, G05B19/42-19/46

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
X A	JP 2009-297853 A（株式会社デンソーウェーブ）2009.12.24, 段落 [0012] - [0042], 第1-5図（ファミリーなし）	1, 4-6 2-3
X A	JP 2008-110406 A（株式会社安川電機）2008.05.15, 段落 [0007] - [0019], 第1-5図（ファミリーなし）	1, 4-6 2-3
A	WO 2010/079564 A1（パナソニック株式会社）2010.07.15, 全文, 全図 & JP 4568795 B2 & US 2011/0015785 A1, 全文, 全図 & EP 2431138 A1 & CN 102056715 A	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

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

「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）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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

「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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.12.2018

国際調査報告の発送日

25.12.2018

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）

貞光 大樹

3U

3629

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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 2017-74669 A (株式会社リコー) 2017. 04. 20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2014-128843 A (トヨタ自動車株式会社) 2014. 07. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 3-123907 A (日立建機株式会社) 1991. 05. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6