

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7643144号
(P7643144)

(45)発行日 令和7年3月11日(2025.3.11)

(24)登録日 令和7年3月3日(2025.3.3)

(51)国際特許分類 F I
 B 2 5 J 9/10 (2006.01) B 2 5 J 9/10 A
 G 0 5 B 11/36 (2006.01) G 0 5 B 11/36 F

請求項の数 9 (全20頁)

(21)出願番号	特願2021-62360(P2021-62360)	(73)特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(22)出願日	令和3年3月31日(2021.3.31)	(74)代理人	100091292 弁理士 増田 達哉
(65)公開番号	特開2022-157882(P2022-157882 A)	(74)代理人	100091627 弁理士 朝比 一夫
(43)公開日	令和4年10月14日(2022.10.14)	(72)発明者	瀬 下 勇 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ コーエプソン株式会社内
審査請求日	令和6年2月22日(2024.2.22)	審査官	杉山 悟史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボットの制御方法、ロボットシステムおよびロボット制御プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基台と、前記基台に接続されるロボットアームと、前記ロボットアームを駆動するモーターを含む駆動部と、を有するロボットの制御方法であって、

前記ロボットアームに設置されるエンドエフェクターの重量および前記エンドエフェクターの作業対象である対象物の重量に関する情報を含むウェイト情報を取得する第1ステップと、

前記第1ステップで取得した前記ウェイト情報と、前記ロボットアームの所定の姿勢における重心G1と、前記エンドエフェクターの重心G2との位置関係と、に基づいて、前記モーターを駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する第2ステップと、

前記第2ステップで決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する第3ステップと、を有することを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項2】

基台と、前記基台に接続されるロボットアームと、前記ロボットアームを駆動するモーターを含む駆動部と、を有するロボットの制御方法であって、

前記ロボットは、スカラロボットであり、

前記ロボットアームは、前記基台に接続された第1アームと、前記第1アームに接続された第2アームと、前記第2アームに接続された第3アームと、を備え、

前記ロボットアームに設置されるエンドエフェクターの重量および前記エンドエフェクターの作業対象である対象物の重量に関する情報を含むウェイト情報を取得する第1ステ

ップと、

前記第 1 ステップで取得した前記ウェイト情報と、前記ロボットアームの所定の姿勢における前記第 1 アームおよび前記第 2 アームのなす角度と、前記第 3 アームに設定された制御点の高さと、に基づいて、前記モーターを駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する第 2 ステップと、

前記第 2 ステップで決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する第 3 ステップと、を有することを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項 3】

前記第 2 ステップでは、前記周波数成分と前記ウェイト情報との関係を示す検量線またはテーブルに基づいて前記周波数成分を決定する請求項 1 または 2 に記載のロボットの制御方法。

10

【請求項 4】

前記第 3 ステップでは、帯域除去フィルターを用いて、前記第 2 ステップで決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して前記補正駆動信号を生成する請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のロボットの制御方法。

【請求項 5】

前記補正駆動信号に基づいて前記駆動部を駆動する第 4 ステップを有する請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のロボットの制御方法。

【請求項 6】

基台と、

前記基台に接続されるロボットアームと、

前記ロボットアームを駆動するモーターを含む駆動部と、

前記ロボットアームの作動を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記ロボットアームに設置されるエンドエフェクターの重量および前記エンドエフェクターの作業対象である対象物の重量に関する情報であるウェイト情報を取得する取得部と、

前記取得部が取得した前記ウェイト情報と、前記ロボットアームの所定の姿勢における重心 G_1 と、前記エンドエフェクターの重心 G_2 との位置関係と、に基づいて、前記モーターを駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定し、決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する補正信号生成部と、を有することを特徴とするロボットシステム。

20

30

【請求項 7】

基台と、前記基台に接続されるロボットアームと、前記ロボットアームを駆動するモーターを含む駆動部と、を有するロボットと、

前記ロボットアームの作動を制御する制御部と、を備え、

前記ロボットは、スカラロボットであり、

前記ロボットアームは、前記基台に接続された第 1 アームと、前記第 1 アームに接続された第 2 アームと、前記第 2 アームに接続された第 3 アームと、を備え、

前記制御部は、

前記ロボットアームに設置されるエンドエフェクターの重量および前記エンドエフェクターの作業対象である対象物の重量に関する情報であるウェイト情報を取得する取得部と、

前記取得部が取得した前記ウェイト情報と、前記ロボットアームの所定の姿勢における前記第 1 アームおよび前記第 2 アームのなす角度と、前記第 3 アームに設定された制御点の高さと、に基づいて、前記モーターを駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定し、決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する補正信号生成部と、を有することを特徴とするロボットシステム。

40

【請求項 8】

基台と、前記基台に接続されるロボットアームと、前記ロボットアームを駆動するモーターを含む駆動部と、を有するロボットを制御するためのプログラムであって、

前記ロボットアームに設置されるエンドエフェクターの重量および前記エンドエフェク

50

ターの作業対象である対象物の重量に関する情報を含むウェイト情報を取得する第 1 ステップと、

前記第 1 ステップで取得した前記ウェイト情報と、前記ロボットアームの所定の姿勢における重心 G_1 と、前記エンドエフェクターの重心 G_2 との位置関係と、に基づいて、前記モーターを駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する第 2 ステップと、

前記第 2 ステップで決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する第 3 ステップと、を実行するためのものであることを特徴とするロボット制御プログラム。

【請求項 9】

基台と、前記基台に接続されるロボットアームと、前記ロボットアームを駆動するモーターを含む駆動部と、を有するロボットを制御するためのプログラムであって、前記ロボットは、スカラロボットであり、

10

前記ロボットアームは、前記基台に接続された第 1 アームと、前記第 1 アームに接続された第 2 アームと、前記第 2 アームに接続された第 3 アームと、を備え、

前記ロボットアームに設置されるエンドエフェクターの重量および前記エンドエフェクターの作業対象である対象物の重量に関する情報を含むウェイト情報を取得する第 1 ステップと、

前記第 1 ステップで取得した前記ウェイト情報と、前記ロボットアームの所定の姿勢における前記第 1 アームおよび前記第 2 アームのなす角度と、前記第 3 アームに設定された制御点の高さと、に基づいて、前記モーターを駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する第 2 ステップと、

20

前記第 2 ステップで決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する第 3 ステップと、を実行するためのものであることを特徴とするロボット制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットの制御方法、ロボットシステムおよびロボット制御プログラムに関するものである。

【背景技術】

30

【0002】

近年、工場では人件費の高騰や人材不足により、各種ロボットやそのロボット周辺機器によって、人手で行われてきた作業の自動化が加速している。各種ロボットとしては、例えば特許文献 1 に示すようなロボットが知られている。

【0003】

特許文献 1 のロボットでは、アームの振動を低減するために、以下のような動作を行う。まず、アームに設けられたエンドエフェクターを叩いて振動させて、その振動を測定する。次いで、測定結果に基づいてアームの固有振動数を算出する。そして、算出した固有振動数に基づいて、アームを動作するためのトルク制御信号から、特定の周波数成分を除去してトルク制御信号を補正する。

40

【0004】

この補正したトルク信号でアームを駆動することにより、アームに生じる振動を低減することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2001 - 293638 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

しかしながら、特許文献1のロボットでは、固有振動数を特定するためにハンマーで叩く作業や振動を計測する計測装置の準備が必要となり手間であった。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のロボットの制御方法は、基台と、前記基台に接続されるロボットアームと、前記ロボットアームを駆動するモーターを含む駆動部と、を有するロボットの制御方法であって、

前記ロボットアームに設置されるエンドエフェクターの重量および前記エンドエフェクターの作業対象である対象物の重量に関する情報を含むウェイト情報を取得する第1ステップと、

前記第1ステップで取得した前記ウェイト情報に基づいて、前記モーターを駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する第2ステップと、

前記第2ステップで決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する第3ステップと、を有することを特徴とする。

【0008】

本発明のロボットシステムは、基台と、

前記基台に接続されるロボットアームと、

前記ロボットアームを駆動するモーターを含む駆動部と、

前記ロボットアームの作動を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記ロボットアームに設置されるエンドエフェクターの重量および前記エンドエフェクターの作業対象である対象物の重量に関する情報であるウェイト情報を取得する取得部と、

前記取得部が取得した前記ウェイト情報に基づいて、前記駆動信号から除去する周波数成分を決定し、決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する補正信号生成部と、を有することを特徴とする。

【0009】

本発明のロボット制御プログラムは、基台と、前記基台に接続されるロボットアームと、前記ロボットアームを駆動するモーターを含む駆動部と、を有するロボットを制御するためのプログラムであって、

前記ロボットアームに設置されるエンドエフェクターの重量および前記エンドエフェクターの作業対象である対象物の重量に関する情報を含むウェイト情報を取得する第1ステップと、

前記第1ステップで取得した前記ウェイト情報に基づいて、前記モーターを駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する第2ステップと、

前記第2ステップで決定した前記周波数成分を前記駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する第3ステップと、を実行するためのものであることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明のロボットシステムの概略構成図である。

【図2】図1に示すロボットシステムのブロック図である。

【図3】図1に示す制御装置のブロック図である。

【図4】調整部が参照するテーブルの一例を示す図である。

【図5】調整部が参照するテーブルの一例を示す図である。

【図6】調整部が参照するテーブルの一例を示す図である。

【図7】調整部が参照するテーブルの一例を示す図である。

【図8】図1に示すロボットの、ロボットアームの重心とエンドエフェクターの重心との位置関係を示す側面図である。

【図9】図1に示すロボットの、ロボットアームの重心とエンドエフェクターの重心との位置関係を示す側面図である。

【図10】図1に示すロボットアームの全体形状を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】図 1 に示すロボットアームの全体形状を示す図である。

【図 1 2】本発明のロボットの制御方法を説明するためのフローチャートである。

【図 1 3】図 1 に示すロボットアームの動作経路を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明のロボットの制御方法、ロボットシステムおよびロボット制御プログラムを添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0012】

<実施形態>

図 1 は、本発明のロボットシステムの概略構成図である。図 2 は、図 1 に示すロボットシステムのブロック図である。図 3 は、図 1 に示す制御装置のブロック図である。図 4 ~ 図 7 は、それぞれ、調整部が参照するテーブルの一例を示す図である。図 8 および図 9 は、それぞれ、図 1 に示すロボットの、ロボットアームの重心とエンドエフェクターの重心との位置関係を示す側面図である。図 1 0 および図 1 1 は、図 1 に示すロボットアームの全体形状を示す図である。図 1 2 は、本発明のロボットの制御方法を説明するためのフローチャートである。

10

【0013】

また、図 1 では、説明の便宜上、互いに直交する 3 軸として、x 軸、y 軸および z 軸を図示している。また、以下では、x 軸に平行な方向を「x 軸方向」とも言い、y 軸に平行な方向を「y 軸方向」とも言い、z 軸に平行な方向を「z 軸方向」とも言う。また、図 1 中の z 軸方向、すなわち、上下方向を「鉛直方向」とし、x 軸方向および y 軸方向、すなわち、左右方向を「水平方向」とする。また、各軸において、先端側を「+ 側」と言い、基端側を「- 側」と言う。

20

【0014】

図 1 および図 2 に示すロボットシステム 1 0 0 は、例えば、電子部品および電子機器等の作業対象である対象物（以下、「ワーク」と言う）の保持、搬送、組立ておよび検査等の作業で用いられる装置である。ロボットシステム 1 0 0 は、ロボット 2 と、ロボット 2 に対して動作プログラムを教示する教示装置 3 と、ロボット 2 の作動を制御する制御装置 8 と、力検出部 5 と、エンドエフェクター 7 とを備える。また、ロボット 2 と教示装置 3 とは、有線または無線により通信可能とされ、その通信は、インターネットのようなネットワークを介してなされてもよい。

30

【0015】

まず、ロボット 2 について説明する。

ロボット 2 は、図示の構成では、水平多関節ロボット、すなわち、スカラロボットである。ただし、この構成に限定されず、ロボット 2 は、垂直 6 軸ロボットのような多関節ロボットであってもよい。図 1 に示すように、ロボット 2 は、基台 2 1 と、基台 2 1 に接続されたロボットアーム 2 0 と、オペレーターからの所定の操作を受け付ける受付部 4 と、を有する。

【0016】

基台 2 1 は、ロボットアーム 2 0 を支持する部分である。基台 2 1 には、後述する制御装置 8 が内蔵されている。また、基台 2 1 の任意の部分には、ロボット座標系の原点が設定されている。なお、図 1 に示す x 軸、y 軸および z 軸は、ロボット座標系の軸である。

40

【0017】

ロボットアーム 2 0 は、基台 2 1 に接続される第 1 アーム 2 2 と、第 2 アーム 2 3 と、作業ヘッドである第 3 アーム 2 4 と、を備えている。また、基台 2 1 と第 1 アーム 2 2 との連結部分、第 1 アーム 2 2 と第 2 アーム 2 3 との連結部分および第 2 アーム 2 3 と第 3 アーム 2 4 との連結部分を関節とも言う。

【0018】

なお、ロボット 2 は、図示の構成に限定されず、アームの数は、1 つまたは 2 つであってもよく、4 つ以上であってもよい。

50

【 0 0 1 9 】

また、ロボット 2 は、第 1 アーム 2 2 を基台 2 1 に対して回転させる駆動部 2 5 と、第 2 アーム 2 3 を第 1 アーム 2 2 に対して回転させる駆動部 2 6 と、第 3 アーム 2 4 のシャフト 2 4 1 を第 2 アーム 2 3 に対して回転させる u 駆動部 2 7 と、シャフト 2 4 1 を第 2 アーム 2 3 に対して z 軸方向に移動させる z 駆動部 2 8 と、を備えている。

【 0 0 2 0 】

図 1 および図 2 に示すように、駆動部 2 5 は、第 1 アーム 2 2 の筐体 2 2 0 内に内蔵されており、駆動力を発生するモーター 2 5 1 と、ブレーキ 2 5 2 と、モーター 2 5 1 の駆動力を減速する図示しない減速機と、モーター 2 5 1 または減速機の回転軸の回転角度を検出するエンコーダー 2 5 3 とを有している。

10

【 0 0 2 1 】

駆動部 2 6 は、第 2 アーム 2 3 の筐体 2 3 0 に内蔵されており、駆動力を発生するモーター 2 6 1 と、ブレーキ 2 6 2 と、モーター 2 6 1 の駆動力を減速する図示しない減速機と、モーター 2 6 1 または減速機の回転軸の回転角度を検出するエンコーダー 2 6 3 とを有している。

【 0 0 2 2 】

u 駆動部 2 7 は、第 2 アーム 2 3 の筐体 2 3 0 に内蔵されており、駆動力を発生するモーター 2 7 1 と、ブレーキ 2 7 2 と、モーター 2 7 1 の駆動力を減速する図示しない減速機と、モーター 2 7 1 または減速機の回転軸の回転角度を検出するエンコーダー 2 7 3 とを有している。

20

【 0 0 2 3 】

z 駆動部 2 8 は、第 2 アーム 2 3 の筐体 2 3 0 に内蔵されており、駆動力を発生するモーター 2 8 1 と、ブレーキ 2 8 2 と、モーター 2 8 1 の駆動力を減速する図示しない減速機と、モーター 2 8 1 または減速機の回転軸の回転角度を検出するエンコーダー 2 8 3 とを有している。

【 0 0 2 4 】

モーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 としては、例えば、AC サーボモーター、DC サーボモーター等のサーボモーターを用いることができる。また、減速機としては、例えば、遊星ギア型の減速機、波動歯車装置等を用いることができる。

30

【 0 0 2 5 】

ブレーキ 2 5 2、ブレーキ 2 6 2、ブレーキ 2 7 2 およびブレーキ 2 8 2 は、ロボットアーム 2 0 を減速させる機能を有する。具体的には、ブレーキ 2 5 2 は、第 1 アーム 2 2 の動作速度を減速させ、ブレーキ 2 6 2 は、第 2 アーム 2 3 の動作速度を減速させ、ブレーキ 2 7 2 は、第 3 アーム 2 4 の u 軸方向の動作速度を減速させ、ブレーキ 2 8 2 は、第 3 アーム 2 4 の z 軸方向の動作速度を減速させる。

【 0 0 2 6 】

制御装置 8 が、通電条件を変更することによりブレーキ 2 5 2、ブレーキ 2 6 2、ブレーキ 2 7 2 およびブレーキ 2 8 2 が作動してロボットアーム 2 0 の各部位をそれぞれ減速させる。ブレーキ 2 5 2、ブレーキ 2 6 2、ブレーキ 2 7 2 およびブレーキ 2 8 2 は、制御装置 8 によって、モーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 とは独立して制御される。

40

【 0 0 2 7 】

ブレーキ 2 5 2、ブレーキ 2 6 2、ブレーキ 2 7 2 およびブレーキ 2 8 2 としては、電磁ブレーキ、機械式ブレーキ、油圧式ブレーキ、空圧式ブレーキ等が挙げられる。

【 0 0 2 8 】

また、図 2 に示すように、エンコーダー 2 5 3、エンコーダー 2 6 3、エンコーダー 2 7 3 およびエンコーダー 2 8 3 は、ロボットアーム 2 0 の位置を検出する位置検出部である。エンコーダー 2 5 3、エンコーダー 2 6 3、エンコーダー 2 7 3 およびエンコーダー 2 8 3 は、制御装置 8 とそれぞれ電氣的に接続されている。エンコーダー 2 5 3、エンコ

50

ーダー 263、エンコーダー 273 およびエンコーダー 283 は、検出した回転角度に関する情報を制御装置 8 に電気信号として送信する。これにより、制御装置 8 は、受信した回転角度に関する情報に基づいて、ロボットアーム 20 の作動を制御することができる。

【0029】

このような駆動部 25、駆動部 26、u 駆動部 27 および z 駆動部 28 は、それぞれ、対応する図示しないモータードライバーに接続されており、モータードライバーを介して制御装置 8 により制御される。

【0030】

基台 21 は、例えば、図示しない床面にボルト等によって固定されている。基台 21 の上端部には第 1 アーム 22 が連結されている。第 1 アーム 22 は、基台 21 に対して鉛直方向に沿う第 1 軸 O1 回りに回転可能となっている。第 1 アーム 22 を回転させる駆動部 25 が駆動すると、第 1 アーム 22 が基台 21 に対して第 1 軸 O1 回りに水平面内で回転する。また、エンコーダー 253 により、基台 21 に対する第 1 アーム 22 の回転量が検出できるようになっている。

10

【0031】

また、第 1 アーム 22 の先端部には、第 2 アーム 23 が連結されている。第 2 アーム 23 は、第 1 アーム 22 に対して鉛直方向に沿う第 2 軸 O2 回りに回転可能となっている。第 1 軸 O1 の軸方向と第 2 軸 O2 の軸方向とは同一である。すなわち、第 2 軸 O2 は、第 1 軸 O1 と平行である。第 2 アーム 23 を回転させる駆動部 26 が駆動すると、第 2 アーム 23 が第 1 アーム 22 に対して第 2 軸 O2 回りに水平面内で回転する。また、エンコーダー 263 により、第 1 アーム 22 に対する第 2 アーム 23 の駆動量、具体的には、回転量が検出できるようになっている。

20

【0032】

また、第 2 アーム 23 の先端部には、第 3 アーム 24 が設置、支持されている。第 3 アーム 24 は、シャフト 241 を有している。シャフト 241 は、第 2 アーム 23 に対して、鉛直方向に沿う第 3 軸 O3 回りに回転可能であり、かつ、上下方向に移動可能となっている。このシャフト 241 は、ロボットアーム 20 の最も先端のアームである。

【0033】

シャフト 241 を回転させる u 駆動部 27 が駆動すると、シャフト 241 は、z 軸回りに回転する。また、エンコーダー 273 により、第 2 アーム 23 に対するシャフト 241 の回転量が検出できるようになっている。

30

【0034】

また、シャフト 241 を z 軸方向に移動させる z 駆動部 28 が駆動すると、シャフト 241 は、上下方向、すなわち、z 軸方向に移動する。また、エンコーダー 283 により、第 2 アーム 23 に対するシャフト 241 の z 軸方向の移動量が検出できるようになっている。

【0035】

また、ロボット 2 では、シャフト 241 の先端を制御点 TCP とし、この制御点 TCP を原点とした先端座標系が設定されている。この先端座標系は、前述したロボット座標系とキャリブレーションが済んでおり、先端座標系での位置をロボット座標系に変換することができる。これにより、制御点 TCP の位置を、ロボット座標系で特定することができる。

40

【0036】

また、シャフト 241 の下端部には、各種のエンドエフェクター 7 が着脱可能に連結される。エンドエフェクター 7 は、図示の構成では、ワークを把持するハンドである。ただし、この構成に限定されず、例えば、吸引、吸着によりワークを把持するハンドであってもよく、ドライバー、レンチ等の工具であってもよく、スプレー等の塗布具であってもよい。

【0037】

なお、エンドエフェクター 7 は、本実施形態では、ロボット 2 の構成要素になっていな

50

いが、エンドエフェクター 7 の一部または全部がロボット 2 の構成要素になっていてもよい。

【 0 0 3 8 】

図 1 に示すように、力検出部 5 は、ロボット 2 に加わる力、すなわち、ロボットアーム 2 0 および基台 2 1 に加わる力を検出するものである。力検出部 5 は、本実施形態では、基台 2 1 の下方、すなわち、 $-z$ 軸側に設けられており、基台 2 1 を下方から支持している。

【 0 0 3 9 】

なお、力検出部 5 の設置位置は、上記に限定されず、例えば、シャフト 2 4 1 の下端部や、各関節部分であってもよい。

10

【 0 0 4 0 】

力検出部 5 は、例えば、水晶等の圧電体で構成され、外力を受けると電荷を出力する複数の素子を有する構成とすることができる。また、制御装置 8 は、この電荷量に応じて、ロボットアーム 2 0 が受けた外力に関する値に変換することができる。また、このような圧電体であると、設置する向きに応じて、外力を受けた際に電荷を発生させることができる向きを調整可能である。

【 0 0 4 1 】

また、受付部 4 は、オペレーターの所定の操作を受け付ける部位である。受付部 4 は、図示はしないが教示ボタンを有している。この教示ボタンは、直接教示を行う場合に用いることができる。教示ボタンは、メカニカルボタンであってもよく、タッチ式のエレクトリックボタンであってもよい。また、教示ボタンの周囲には、機能が異なる他のボタンが設置されていてもよい。

20

【 0 0 4 2 】

次に、教示装置 3 について説明する。

図 2 に示すように、教示装置 3 は、ロボット 2 に対して動作プログラムを指定する機能を有する。具体的には、教示装置 3 は、ロボットアーム 2 0 の位置、姿勢を制御装置 8 に入力する。

【 0 0 4 3 】

図 2 に示すように、教示装置 3 は、CPU (Central Processing Unit) 3 1 と、記憶部 3 2 と、通信部 3 3 と、表示部 3 4 とを有する。教示装置 3 としては、特に限定されず、例えば、タブレット、パソコン、スマートフォン等が挙げられる。

30

【 0 0 4 4 】

CPU 3 1 は、記憶部 3 2 に記憶されている各種プログラム等を読み出し、実行する。CPU 3 1 で生成された信号は、通信部 3 3 を介してロボット 2 の制御装置 8 に送信される。これにより、ロボットアーム 2 0 が所定の作業を所定の条件で実行することができる。

【 0 0 4 5 】

記憶部 3 2 は、CPU 3 1 が実行可能な各種プログラム等を保存する。記憶部 3 2 としては、例えば、RAM (Random Access Memory) 等の揮発性メモリー、ROM (Read Only Memory) 等の不揮発性メモリー、着脱式の外部記憶装置等が挙げられる。

【 0 0 4 6 】

通信部 3 3 は、例えば有線 LAN (Local Area Network)、無線 LAN 等の外部インターフェースを用いて制御装置 8 との間で信号の送受信を行う。

40

【 0 0 4 7 】

表示部 3 4 は、各種ディスプレイで構成されている。本実施形態では、一例としてタッチパネル式、すなわち、表示部 3 4 が表示機能と入力操作機能とを備える構成として説明する。

【 0 0 4 8 】

ただし、このような構成に限定されず、別途、入力操作部を備える構成であってもよい。この場合、入力操作部は、例えば、マウス、キーボード等が挙げられる。また、タッチパネルと、マウス、キーボード等を併用する構成であってもよい。

50

【 0 0 4 9 】

次に、制御装置 8 について説明する。

図 1 に示すように、制御装置 8 は、本実施形態では、基台 2 1 に内蔵されている。また、図 2 に示すように、制御装置 8 は、ロボット 2 の駆動を制御する機能を有し、前述したロボット 2 の各部と電氣的に接続されている。なお、これに限定されず、制御装置 8 は、ロボット 2 と別体で構成されていてもよい。

【 0 0 5 0 】

ここで、ロボットアーム 2 0 が作業中に一時停止したり、作業を終えて停止したりした際、ロボットアーム 2 0 には、振動が発生する。この振動は、作業の精度、作業時間に影響するため、極力低減することが好ましい。より具体的には、振動が収まるまでの時間は、極力短いことが好ましい。なお、以下では、振動が収まるまでの時間を短くすることを、「振動を抑制する」と言う。

10

【 0 0 5 1 】

振動を抑制するために、ロボットシステム 1 0 0 では、モーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 を駆動する駆動信号から、特定の周波数成分を除去して補正駆動信号を生成する。

【 0 0 5 2 】

振動の強弱は、エンドエフェクター 7 の重量や、停止しているときのロボットアーム 2 0 の姿勢や、制御点 T C P の位置、これまで辿ってきた経路、その経路での速度、加速度等の諸条件により決まる。

20

【 0 0 5 3 】

駆動信号からどの周波数成分を除去して補正駆動信号を生成するかを決定するためには、これらの条件を加味して決定することが好ましい。これらのうち、エンドエフェクター 7 の重量は、特に振動抑制に影響を及ぼしやすいため、本発明では、エンドエフェクター 7 の重量に基づいて補正駆動信号を生成する。以下、詳細に説明する。

【 0 0 5 4 】

図 3 に示すように、制御装置 8 は、本発明のロボットの制御方法を実行するものであり、モーション処理部 8 A と、サーボ処理部 8 B と、記憶部 8 C と、通信部 8 D と、を有する。モーション処理部 8 A と、サーボ処理部 8 B とは、それぞれ、少なくとも 1 のプロセッサで構成される。

30

【 0 0 5 5 】

記憶部 8 C は、モーション処理部 8 A およびサーボ処理部 8 B が実行可能な各種プログラムや、本発明のロボット制御プログラム等の各種プログラムや、後述するテーブル等が記憶されている。記憶部 8 C としては、例えば、R A M (Random Access Memory) 等の揮発性メモリー、R O M (Read Only Memory) 等の不揮発性メモリー、着脱式の外部記憶装置等が挙げられる。通信部 8 D は、例えば有線 L A N (Local Area Network)、無線 L A N 等の外部インターフェースを用いてロボット 2 の各部および教示装置 3 との間でそれぞれ信号の送受信を行う。

【 0 0 5 6 】

モーション処理部 8 A は、位置指令生成部 8 1 と、調整部 8 2 と、を有する。

40

位置指令生成部 8 1 は、ユーザーが入力した動作プログラムに基づいて、エンドエフェクター 7 が位置すべき目標位置、目標位置までの速度、加速度を表す位置指令信号を生成する。なお、ユーザーは、教示装置 3 等の入力装置を用いて動作プログラムを入力することができる。

【 0 0 5 7 】

調整部 8 2 は、ユーザーから入力された情報に基づいて、フィルター処理部 8 5 で除去する周波数成分を決定する。このことに関しては、後述する。

【 0 0 5 8 】

サーボ処理部 8 B は、位置制御部 8 3 と、速度制御部 8 4 と、フィルター処理部 8 5 と、電流制御部 8 6 と、を有する。

50

【 0 0 5 9 】

位置制御部 8 3 は、位置指令生成部 8 1 が生成した目標位置、目標位置までの速度、加速度の情報を受信し、これらの情報と、力検出部 5 の検出結果と、に基づいて、各モーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 の速度制御信号を生成し、出力する。

【 0 0 6 0 】

速度制御部 8 4 は、位置制御部 8 3 から速度制御信号を受信する。また、速度制御部 8 4 は、位置制御部 8 3 から受信した速度制御信号と、エンコーダー 2 5 3、エンコーダー 2 6 3、エンコーダー 2 7 3 およびエンコーダー 2 8 3 の検出結果と、に基づいて、トルク制御信号（以下、「駆動信号」とも言う）を生成し、フィルター処理部 8 5 に出力する。

10

【 0 0 6 1 】

フィルター処理部 8 5 は、帯域除去フィルターを用いて、速度制御部 8 4 から受信したトルク制御信号から特定の周波数成分を除去することにより、新たなトルク制御信号（以下、「補正駆動信号」とも言う）を生成し、電流制御部 8 6 に出力する。本明細書中の「除去」とは、特定の周波数成分を 0 にすることはもちろん、低減することも含む。フィルター処理部 8 5 は、調整部 8 2 が出力した信号に基づいて、帯域除去フィルターで用いる係数、すなわち、帯域除去フィルターを用いて除去する周波数成分を決定する。

【 0 0 6 2 】

電流制御部 8 6 は、フィルター処理部 8 5 からトルク制御信号を受信するとともに、図示しないサーボアンプからモーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 に供給する電流の電流量を表すフィードバック信号を受信する。電流制御部 8 6 は、フィルター処理部 8 5 から受信したトルク制御信号と、図示しないサーボアンプから受信したフィードバック信号とに基づいて、モーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 に供給する電流の電流量を決定し、モーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 を駆動する。

20

【 0 0 6 3 】

ここで、ロボットシステム 1 0 0 では、ユーザーがエンドエフェクター 7 の重量およびワークの重量に関する情報を、教示装置 3 を介して入力可能となっている。例えば、ユーザーがエンドエフェクター 7 の重量およびワークの重量を直接入力するように構成してもよいし、エンドエフェクター 7 の種類を入力することにより、調整部 8 2 は、入力結果と、エンドエフェクター 7 の重量との関係を示すテーブルに基づいて、エンドエフェクター 7 の重量を特定するように構成してもよい。また、ワークの重量についても同様にテーブルを用いて特定する構成にしてもよい。そして、調整部 8 2 は、エンドエフェクター 7 の重量およびワークの重量に関する情報（以下、「ウエイト情報」と言う）に基づいて、モーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 を駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する。具体的には、調整部 8 2 は、図 4 に示すテーブル T 1 を参照して除去する周波数成分を決定する。テーブル T 1 は、ウエイト情報と周波数成分との関係を示すものであり、予め実験的に求められたものである。なお、テーブル T 1 に代えて、ウエイト情報と周波数成分との関係を示す検量線に基づいて除去する周波数成分を決定する構成であってもよい。

30

40

【 0 0 6 4 】

図 4 に示すように、例えば、エンドエフェクター 7 の重量が $W 1$ であった場合、除去する周波数成分が $F 1$ である。そして、 $F 1$ に対応する信号をフィルター処理部 8 5 に出力する。そして、上述したような処理を経て、補正駆動信号を得ることができる。このような補正駆動信号でモーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 を駆動することにより、除去した周波数成分でロボットアーム 2 0 やエンドエフェクター 7 等の共振が抑制され、振動が収まるまでの時間を短くすることができる。特に、ウエイト情報に基づいて補正信号を生成する構成であるため、よりダイレクトな補正を行うことができ、簡単な処理で振動抑制の精度の高い補正駆動信号を生成することができる。

【 0 0 6 5 】

50

なお、エンドエフェクター 7 がワークを把持しない構成である場合、ワークの重量を 0 とし、ウェイト情報は、エンドエフェクター 7 の重量のみとなる。

【 0 0 6 6 】

ここで、除去する周波数成分を F_0 としたとき、 F_0 は、以下の式 (1) で表すことができる。

【 0 0 6 7 】

$$F_0 = K_1 \times W \times E_w \times J^2 + K_2 \times E_z \times Z \times J + K_0 \times W \times Z \dots (1)$$

式 (1) 中の K_1 、 K_2 、 K_0 は、それぞれ、ロボット固有の係数であり、実測値から算出することができる。また、式 (1) 中の J は、第 2 アーム 2 3 の第 1 アーム 2 2 に対する回転角度を示している。また、式 (1) 中の W は、ウェイト情報を示している。また、式 (1) 中の Z は、制御点 T C P の z 軸方向の位置を示している。また、式 (1) 中の E_w は、エンドエフェクター 7 とワークとの合計重量を示している。また、式 (1) 中の E_z は、エンドエフェクター 7 とワークとを併せた重心位置を示している。

【 0 0 6 8 】

このようなことから、ウェイト情報に加えて、さらに、これらのうちの少なくとも 1 つを考慮して補正駆動信号を生成することが好ましい。

【 0 0 6 9 】

また、ロボットアーム 2 0 の所定の姿勢における重心 G_1 と、エンドエフェクター 7 の重心 G_2 との位置関係を加味して補正駆動信号を生成することが好ましい。本実施形態での所定の姿勢とは、制御点 T C P が目標位置で停止または一時停止している姿勢のことを言う。停止した際の重心 G_1 と重心 G_2 との位置関係が、図 8 に示すような位置関係 A 1 のときと、図 9 に示すような位置関係 A 2 のときとでは、振動が収まるまでの時間が異なる。これは、重心 G_1 と重心 G_2 との距離や、重心 G_1 と重心 G_2 とがどの方向にずれているかによって、ロボット 2 全体の固有振動特性が変わってくるからである。

【 0 0 7 0 】

このようなことから、図 5 に示すように、上述したようなテーブル T 1 を、重心 G_1 と重心 G_2 との位置関係ごとに用意しておき、位置関係に応じてこれらのいずれかを参照して補正駆動信号を生成することにより、さらに振動抑制の精度の高い補正駆動信号を生成することができる。

【 0 0 7 1 】

また、ロボットアーム 2 0 の所定の姿勢におけるロボットアーム 2 0 の全体形状を加味して補正駆動信号を生成することが好ましい。ロボットアーム 2 0 の全体形状は、モーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 の回転位置に基づいて決定する。特に、スカラロボットにおいては、モーター 2 6 1 の回転角度、すなわち、第 1 アーム 2 2 と第 2 アーム 2 3 とのなす角度が振動特性に対する影響が大きい。なお、ロボットアーム 2 0 の全体形状に関する情報は、ユーザーが入力した動作経路の情報に含まれている。このため、ユーザーが動作経路に関する情報を入力すると、制御装置 8 は、目標位置で停止または一時停止している姿勢を把握することができる。

【 0 0 7 2 】

停止した際のロボットアーム 2 0 の全体形状が、図 1 0 に示すような形状 B 1 のときと、図 1 1 に示すような形状 B 2 のときとでは、振動が収まるまでの時間が異なる。これは、主として、制御点 T C P の位置とロボットアーム 2 0 の根元の距離に応じてロボット 2 全体の固有振動特性が変わってくるからである。

【 0 0 7 3 】

このようなことから、図 6 に示すように、上述したようなテーブル T 1 を、ロボットアーム 2 0 の全体形状ごと、特に、第 1 アーム 2 2 と第 2 アーム 2 3 とのなす角度ごとに用意しておき、これらのいずれかを参照して補正駆動信号を生成することにより、さらに振動抑制の精度の高い補正駆動信号を生成することができる。特に、このような制御は、例えば 6 軸ロボットのような垂直多関節ロボットに適応した場合、有効である。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

また、ロボットアーム 20 の所定の姿勢における制御点 T C P の高さ、すなわち、z 軸方向の位置を加味して補正駆動信号を生成することが好ましい。特に、図示のようなスカラロボットでは、制御点 T C P の高さが振動特性に比較的影響を及ぼしやすい。なお、ロボットアーム 20 の所定の姿勢における制御点 T C P の高さに関する情報は、ユーザーが入力した動作経路の情報に含まれている。このため、ユーザーが動作経路に関する情報を入力すると、制御装置 8 は、目標位置で停止または一時停止している際の制御点 T C P の高さを把握することができる。

【 0 0 7 5 】

停止した際の制御点 T C P の高さが、例えば、図 8 に示すような位置のときと、図 9 に示すような位置のときとでは、振動が収まるまでの時間が異なる。一般的には、制御点 T C P の高さが低ければ低いほど、振動が収まるまでの時間が長くなる傾向を示す。図示の構成では、高さ C 2 のときの方が、高さ C 1 のときよりも振動が収まるまでの時間が長くなる傾向を示す。

10

【 0 0 7 6 】

このようなことから、図 7 に示すように、上述したようなテーブル T 1 を、制御点 T C P の高さごとに用意しておき、これらのいずれかを参照して補正駆動信号を生成することにより、さらに振動抑制の精度の高い補正駆動信号を生成することができる。特に、このような制御は、スカラロボットに適応した場合、有効である。

【 0 0 7 7 】

なお、これらの要素を組み合わせると補正駆動信号を生成してもよい。例えば、多次元テーブルを用意しておいてもよい。

20

【 0 0 7 8 】

次に、本発明のロボットの制御方法の一例について、図 1 2 に示すフローチャートを参照しつつ説明する。

【 0 0 7 9 】

まず、ステップ S 1 0 1 において、ウェイト情報を取得する。本ステップは、前述したように、ユーザーが教示装置 3 を用いてエンドエフェクター 7 の重量およびワークの重量に関する情報を入力し、その情報を制御装置 8 が取得することにより行われる。なお、ワークの重量が 0 である場合、ワークの重量の入力を省略するようにしてもよい。このステップ S 1 0 1 が第 1 ステップである。

30

【 0 0 8 0 】

次いで、ステップ S 1 0 2 において、ステップ S 1 0 1 で取得したウェイト情報に基づいて、モーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 を駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する。本ステップは、調整部 8 2 により実行される。また、本ステップは、前述したように、ステップ S 1 0 1 において入力された情報に応じて、適宜テーブルが選択され、選択したテーブルを参照することにより実行される。このステップ S 1 0 2 が、第 2 ステップである。

【 0 0 8 1 】

次いで、ステップ S 1 0 3 において、ステップ S 1 0 2 で決定した周波数成分を駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する。本ステップは、前述したように、フィルター処理部 8 5 により実行される。このステップ S 1 0 3 が、第 3 ステップである。

40

【 0 0 8 2 】

次いで、ステップ S 1 0 4 において、補正駆動信号に基づいてモーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 を駆動する。これにより、停止、または、一時停止時した際の振動が抑制され、作業を正確かつ迅速に行うことができる。このステップ S 1 0 4 が、第 4 ステップである。

【 0 0 8 3 】

以上説明したように、本発明のロボットの制御方法は、基台 2 1 と、基台 2 1 に接続されるロボットアーム 2 0 と、ロボットアーム 2 0 を駆動するモーター 2 5 1、モーター 2 6 1、モーター 2 7 1 およびモーター 2 8 1 を含む駆動部 2 5、駆動部 2 6、u 駆動部 2

50

7およびz駆動部28と、を有するロボット2の制御方法である。また、本発明のロボットの制御方法は、ロボットアーム20に設置されるエンドエフェクター7の重量およびエンドエフェクター7の作業対象である対象物の重量に関する情報を含むウェイト情報を取得する第1ステップと、第1ステップで取得したウェイト情報に基づいて、モーター251、モーター261、モーター271およびモーター281を駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する第2ステップと、第2ステップで決定した周波数成分を駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する第3ステップと、を有する。このような補正駆動信号でロボット2を駆動することにより、停止または一時停止した際の振動を抑制することができ、作業を正確かつ迅速に行うことができる。特に、従来のようにハンマーでロボットアーム20を叩いて振動特性に関する情報を取得するという工程を省略することができる。

10

【0084】

また、第2ステップでは、周波数成分とウェイト情報との関係を示す検量線またはテーブルに基づいて周波数成分を決定する。これにより、簡単な処理で、除去する周波数成分を決定することができる。

【0085】

また、第2ステップの周波数成分の決定は、さらに、ロボットアーム20の所定の姿勢における重心G1と、エンドエフェクター7の重心G2との位置関係に基づいて行われる。これにより、さらに振動抑制の精度の高い補正駆動信号を生成することができる。

【0086】

また、第2ステップの周波数成分の決定は、さらに、ロボットアーム20の所定の姿勢におけるロボットアーム20の全体形状に基づいて行われる。これにより、さらに振動抑制の精度の高い補正駆動信号を生成することができる。

20

【0087】

また、第2ステップの周波数成分の決定は、さらに、第3アーム24に設定された制御点TCPの高さに基づいて行われる。これにより、さらに振動抑制の精度の高い補正駆動信号を生成することができる。

【0088】

また、第3ステップでは、帯域除去フィルターを用いて、第2ステップで決定した周波数成分を駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する。これにより、簡単な処理で補正駆動信号を生成することができる。

30

【0089】

また、本発明のロボットの制御方法は、補正駆動信号に基づいて駆動部25、駆動部26、u駆動部27およびz駆動部28を駆動する第4ステップを有する。これにより、停止または一時停止した際の振動を抑制することができ、作業を正確かつ迅速に行うことができる。

【0090】

なお、本実施形態では、教示装置3以外の入力装置を用いて各種情報を入力する構成であってもよい。また、ロボットシステム100は、装着したエンドエフェクター7の種類を検出する検出部を備え、検出部の検出結果を取得する構成であってもよい。この場合、検出部の検出結果と、エンドエフェクター7の重量と、の関係を示す図示しないテーブルが記憶部8Cに記憶されている。

40

【0091】

また、本発明のロボット制御プログラムは、基台21と、基台21に接続されるロボットアーム20と、ロボットアーム20を駆動するモーター251、モーター261、モーター271およびモーター281を含む駆動部25、駆動部26、u駆動部27およびz駆動部28と、を有するロボット2を制御するための制御プログラムである。また、本発明のロボット制御プログラムは、ロボットアーム20に設置されるエンドエフェクター7の重量およびエンドエフェクター7の作業対象である対象物の重量に関する情報を含むウェイト情報を取得する第1ステップと、第1ステップで取得したウェイト情報に基づいて

50

、モーター２５１、モーター２６１、モーター２７１およびモーター２８１を駆動する駆動信号から除去する周波数成分を決定する第２ステップと、第２ステップで決定した周波数成分を駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する第３ステップと、を実行するためのものである。このようなロボット制御プログラムを実行して得られた補正駆動信号でロボット２を駆動することにより、停止または一時停止した際の振動を抑制することができ、作業を正確かつ迅速に行うことができる。特に、従来のようにハンマーでロボットアーム２０を叩いて振動特性に関する情報を取得するという工程を省略することができ、簡単な方法で振動を抑制することができる。

【００９２】

なお、本発明のロボット制御プログラムは、記憶部３２に記憶されたものであってもよいし、記憶部８Ｃに記憶されたものであってもよいし、例えばＣＤ－ＲＯＭ等の記録媒体に格納されていてもよく、ネットワーク等を介して接続可能な記憶装置に記憶されたものであってもよい。

10

【００９３】

また、本発明のロボットシステムは、基台２１と、基台２１に接続されるロボットアーム２０と、ロボットアーム２０を駆動するモーター２５１、モーター２６１、モーター２７１およびモーター２８１を含む駆動部２５、駆動部２６、 u 駆動部２７および z 駆動部２８と、ロボットアーム２０の作動を制御する制御部である制御装置８と、を備える。また、制御装置８は、ロボットアーム２０に設置されるエンドエフェクター７の重量およびエンドエフェクター７の作業対象である対象物の重量に関する情報であるウェイト情報を取得する取得部である通信部８Ｄと、通信部８Ｄが取得したウェイト情報に基づいて、駆動信号から除去する周波数成分を決定し、決定した周波数成分を駆動信号から除去して補正駆動信号を生成する補正信号生成部である調整部８２およびフィルター処理部８５と、を有する。このような補正駆動信号でロボット２を駆動することにより、停止または一時停止した際の振動を抑制することができ、作業を正確かつ迅速に行うことができる。特に、従来のようにハンマーでロボットアーム２０を叩いて振動特性に関する情報を取得するという工程を省略することができ、簡単な方法で振動を抑制することができる。

20

【００９４】

以上、本発明のロボットの制御方法、ロボットシステムおよびロボット制御プログラムを図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、ロボットの制御方法、ロボットシステムおよびロボット制御プログラムには、それぞれ他の任意の構成物、工程が付加されていてもよい。

30

【００９５】

また、前記実施形態では、制御装置８が補正駆動信号を生成する構成について説明したが、本発明ではこれに限定されず、教示装置３が補正駆動信号を生成する構成であってもよい。すなわち、「制御部」は、制御装置８であるととらえてもよく、教示装置３に内蔵されている制御部として捉えてもよい。

【００９６】

また、前記実施形態では、停止中のロボットアームの姿勢や、停止中のロボットアームにおける制御点ＴＣＰの高さは、目標位置での姿勢や、制御点の高さを基準とする場合について説明したが、本発明ではこれに限定されず、例えば、以下のような制御を行ってもよい。

40

【００９７】

まず、ロボットアーム２０が、図１３に示すような動作を行う場合について説明する。なお、図１３では、制御点ＴＣＰの軌道を図示している。図１３に示す動作は、上昇動作を行い、水平動作を行い、下降動作を行う動作である。上昇動作は、上昇動作開始位置Ｐ１から上昇動作終了位置Ｐ２まで行われる。水平動作は、上昇動作終了位置Ｐ２から下降動作開始位置Ｐ３まで行われる。下降動作は、下降動作開始位置Ｐ３から下降動作終了位置Ｐ４まで行われる。

50

【 0 0 9 8 】

前記実施形態では、目標位置、すなわち、下降動作終了位置 P 4 を基準として、除去する周波数成分を決定する構成について説明したが、諸条件によっては、水平方向の振動を抑制するために、上昇動作開始位置 P 1 または下降動作開始位置 P 3 における制御点 T C P の高さに基づいて除去する周波数成分を決定してもよい。具体的には、下記条件 1、下記条件 2 および下記条件 3 のうちのいずれも満足しない場合、上昇動作開始位置 P 1 における制御点 T C P の高さに基づいて、除去する周波数成分を決定してもよい。

【 0 0 9 9 】

下記条件 1、下記条件 2 および下記条件 3 のうちの少なくとも 1 つを満足する場合、下降動作開始位置 P 3 における制御点 T C P の高さに基づいて除去する周波数成分を決定し、下記条件 1、下記条件 2 および下記条件 3 のうちのいずれも満足しない場合、動作開始位置 P 1 における制御点 T C P の高さに基づいて除去する周波数成分を決定してもよい。

10

【 0 1 0 0 】

条件 1：下降動作を開始する下降動作開始位置 P 3 と、下降動作を終了する下降動作終了位置 P 4 との距離が所定距離以上離れている。

条件 2：下降動作を開始する下降動作開始位置 P 3 の高さが所定高さ以上である。

条件 3：下降動作を終了する下降動作終了位置 P 4 の高さが所定高さ以上である。

【 0 1 0 1 】

条件 1 は、下降動作を行う距離に関する規定である。下降動作を行う距離が比較的長い場合には、下降動作開始位置 P 3 における制御点 T C P の高さに基づいて除去する周波数成分を決定することが好ましい。これにより、水平成分の振動を抑制することができる駆動信号を生成することができる。

20

【 0 1 0 2 】

条件 2 は、下降動作開始位置 P 3 の高さに関する規定である。下降動作開始位置 P 3 の高さが比較的高い場合には、下降動作開始位置 P 3 における制御点 T C P の高さに基づいて除去する周波数成分を決定することが好ましい。これにより、水平成分の振動を抑制することができる駆動信号を生成することができる。

【 0 1 0 3 】

条件 3 は、下降動作終了位置 P 4 の高さに関する規定である。下降動作終了位置 P 4 の高さが比較的高い場合には、下降動作開始位置 P 3 における制御点 T C P の高さに基づいて除去する周波数成分を決定することが好ましい。これにより、水平成分の振動を抑制することができる駆動信号を生成することができる。

30

【 0 1 0 4 】

このように、動作の条件に応じて除去する周波数成分を決定する基準となる位置を選択することにより、より効果的に振動を抑制することができる。なお、「選択」とは、制御装置 8 自身が判断基準に基づいて選択する場合と、ユーザーが選択する指示を入力する場合と、の双方を含む。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 5 】

2 ... ロボット、 3 ... 教示装置、 4 ... 受付部、 5 ... 力検出部、 7 ... エンドエフェクター、 8 ... 制御装置、 8 A ... モーション処理部、 8 B ... サーボ処理部、 8 C ... 記憶部、 8 D ... 通信部、 2 0 ... ロボットアーム、 2 1 ... 基台、 2 2 ... 第 1 アーム、 2 3 ... 第 2 アーム、 2 4 ... 第 3 アーム、 2 5 ... 駆動部、 2 6 ... 駆動部、 2 7 ... u 駆動部、 2 8 ... z 駆動部、 3 1 ... C P U、 3 2 ... 記憶部、 3 3 ... 通信部、 3 4 ... 表示部、 8 1 ... 位置指令生成部、 8 2 ... 調整部、 8 3 ... 位置制御部、 8 4 ... 速度制御部、 8 5 ... フィルター処理部、 8 6 ... 電流制御部、 1 0 0 ... ロボットシステム、 2 2 0 ... 筐体、 2 3 0 ... 筐体、 2 4 1 ... シャフト、 2 5 1 ... モーター、 2 5 2 ... ブレーキ、 2 5 3 ... エンコーダー、 2 6 1 ... モーター、 2 6 2 ... ブレーキ、 2 6 3 ... エンコーダー、 2 7 1 ... モーター、 2 7 2 ... ブレーキ、 2 7 3 ... エンコーダー、 2 8 1 ... モーター、 2 8 2 ... ブレーキ、 2 8 3 ... エンコーダー、 A 1 ... 位置関係、 A 2 ... 位置関係、 B 1 ... 形状、 B 2 ... 形状、 C 1 ... 高さ、 C 2 ... 高さ、 G 1 ... 重心、 G

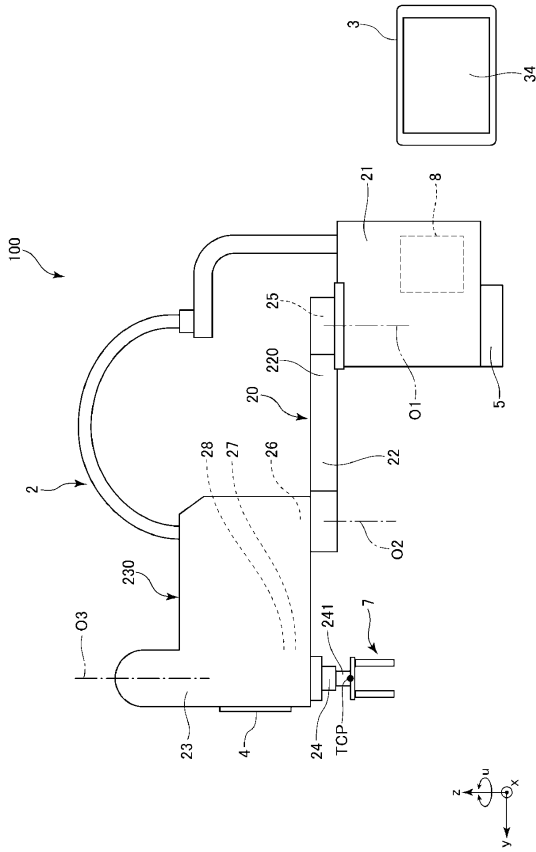
40

50

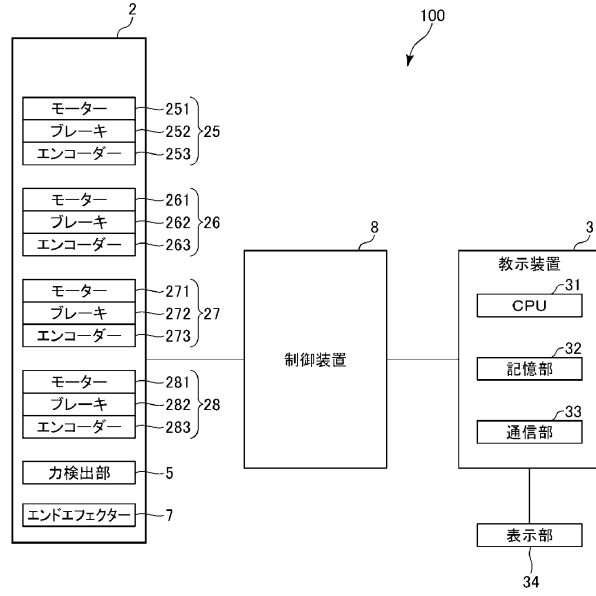
2 ... 重心、O1 ... 第1軸、O2 ... 第2軸、O3 ... 第3軸、T1 ... テーブル、TCP ... 制御点、P1 ... 位置、P2 ... 位置、P3 ... 位置、P4 ... 位置

【図面】

【図1】



【図2】



10

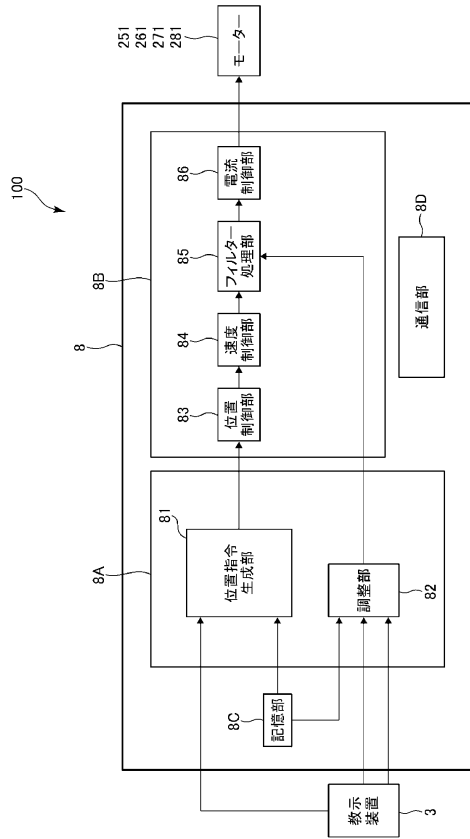
20

30

40

50

【図3】



【図4】

ウェイト情報	周波数成分
W1	F1
W2	F2
W3	F3
W4	F4
⋮	⋮

10

20

【図5】

位置関係A1		位置関係A2	
ウェイト情報	周波数成分	ウェイト情報	周波数成分
W1	F1	W1'	F1'
W2	F2	W2'	F2'
W3	F3	W3'	F3'
W4	F4	W4'	F4'
⋮	⋮	⋮	⋮

【図6】

形状B1		形状B2	
ウェイト情報	周波数成分	ウェイト情報	周波数成分
W1	F1	W1'	F1'
W2	F2	W2'	F2'
W3	F3	W3'	F3'
W4	F4	W4'	F4'
⋮	⋮	⋮	⋮

30

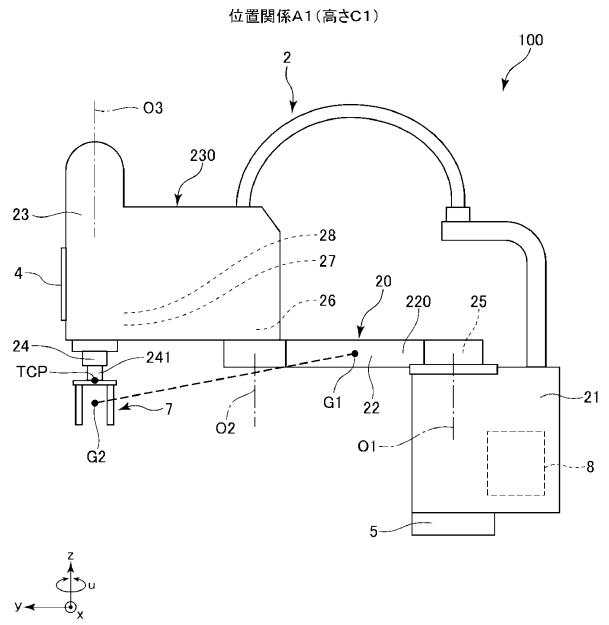
40

50

【図7】

高さC1		高さC2	
ウェイト情報	周波数成分	ウェイト情報	周波数成分
W1	F1	W1'	F1'
W2	F2	W2'	F2'
W3	F3	W3'	F3'
W4	F4	W4'	F4'
⋮	⋮	⋮	⋮

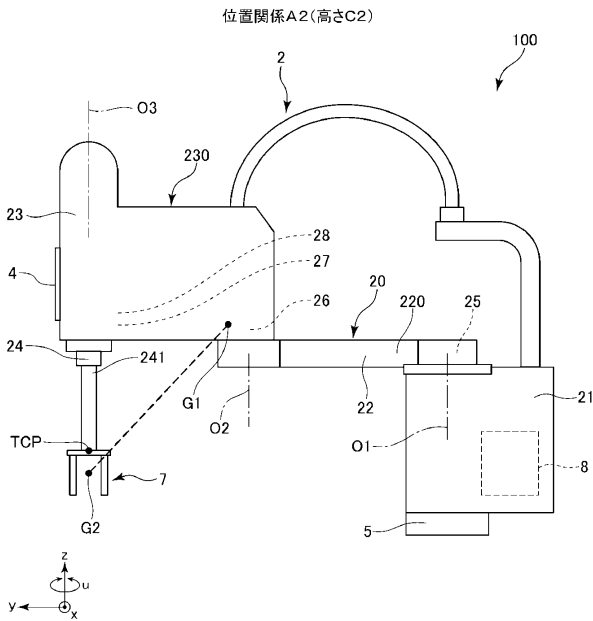
【図8】



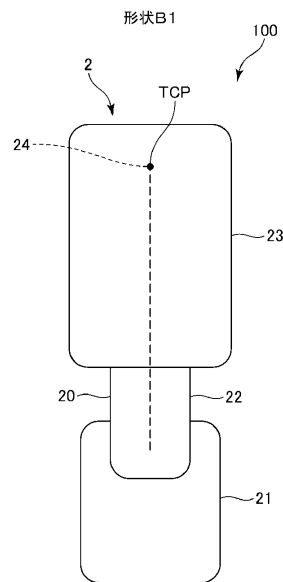
10

20

【図9】



【図10】

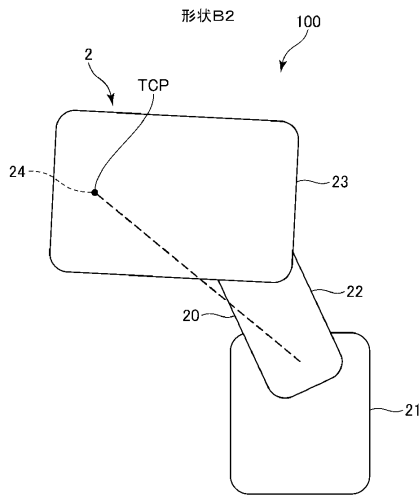


30

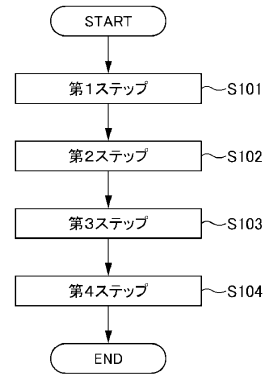
40

50

【図 1 1】



【図 1 2】



10

【図 1 3】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2020-157402(JP,A)
特開2018-171668(JP,A)
特開2001-293638(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 ~ 21/02
G05B 11/36