

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-94602

(P2021-94602A)

(43) 公開日 令和3年6月24日(2021.6.24)

(51) Int.Cl.
B25J 19/06 (2006.01)F I
B25J 19/06テーマコード (参考)
3C707

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2019-225198 (P2019-225198)
(22) 出願日 令和1年12月13日 (2019.12.13)(71) 出願人 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
(74) 代理人 100116665
弁理士 渡辺 和昭
(74) 代理人 100179475
弁理士 仲井 智至
(74) 代理人 100216253
弁理士 松岡 宏紀
(72) 発明者 山田 喜士
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
Fターム(参考) 3C707 AS08 BS15 KS36 KX02 LU01
LV15 MS07 MS29

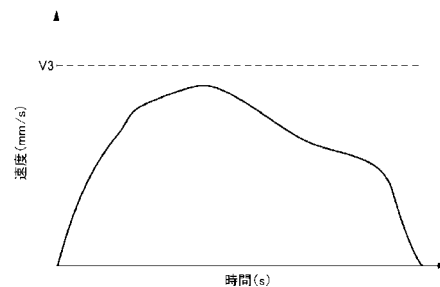
(54) 【発明の名称】 制御方法およびロボットシステム

(57) 【要約】

【課題】 安全性を確保しつつ、作業効率を高めることができる制御方法およびロボットシステムを提供すること。

【解決手段】 ロボットアームを有し、動作プログラムを実行する実行モードと、前記動作プログラムを教示する教示モードと、を有する前記ロボットアームの動作モードを実行するロボットシステムの制御方法であって、前記動作モードが前記実行モードであった場合、前記ロボットアームの動作速度の上限速度を第1速度に設定し、前記動作モードが前記教示モードであった場合、前記上限速度を前記第1速度よりも遅い第2速度に設定することを特徴とする制御方法。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ロボットアームを有し、動作プログラムを実行する実行モードと、前記動作プログラムを教示する教示モードと、を有する前記ロボットアームの動作モードを実行するロボットシステムの制御方法であって、

前記動作モードが前記実行モードであった場合、前記ロボットアームの動作速度の上限速度を第 1 速度に設定し、前記動作モードが前記教示モードであった場合、前記上限速度を前記第 1 速度よりも遅い第 2 速度に設定することを特徴とする制御方法。

【請求項 2】

前記ロボットの前記動作モードを取得する取得ステップと、

10

前記取得ステップで特定した前記動作モードに応じて、前記ロボットアームの動作速度の上限速度を設定する設定ステップと、を有する請求項 1 に記載の制御方法。

【請求項 3】

前記設定ステップを実行する前に、前記ロボットシステムに、前記ロボットに接近する物体を検出する物体検出部が接続されているか否かを判断する接続判断ステップと、を有し、

前記接続判断ステップにおいて、前記ロボットシステムに前記物体検出部が接続されていないと判断した場合、前記設定ステップを実行する請求項 2 に記載の制御方法。

【請求項 4】

前記接続判断ステップにおいて、前記ロボットシステムに前記物体検出部が接続されていると判断した場合、前記物体検出部の検出結果に基づいて、前記ロボットに接近する物体が存在するか否かを判断する接近判断ステップを実行する請求項 3 に記載の制御方法。

20

【請求項 5】

前記接近判断ステップにおいて、前記ロボットに接近する物体が存在すると判断した場合、前記設定ステップを実行する請求項 3 または 4 に記載の制御方法。

【請求項 6】

前記接近判断ステップにおいて、前記ロボットに接近する物体が存在しないと判断した場合、前記ロボットアームの上限速度を前記第 1 速度よりも速い第 3 速度に設定する請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の制御方法。

【請求項 7】

30

前記設定ステップでは、制御点の速度の上限速度または前記ロボットアームの関節の回転速度の上限速度を設定する請求項 2 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の制御方法。

【請求項 8】

ロボットアームと、

前記ロボットアームが実行する動作モードに基づいて前記ロボットアームの駆動を制御する駆動制御部と、

前記動作モードに基づいて前記ロボットアームの動作速度の上限速度を設定する速度設定部と、を備え、

前記速度設定部は、前記動作モードが、動作プログラムを実行する実行モードであった場合、前記上限速度を第 1 速度に設定し、前記動作モードが、前記ロボットに前記動作プログラムを教示する教示モードであった場合、前記上限速度を前記第 1 速度よりも遅い前記第 2 速度に設定することを特徴とするロボットシステム。

40

【請求項 9】

前記ロボットアームは、第 1 軸回りに回転する第 1 アームと、前記第 1 アームに接続され、前記第 1 軸と平行な第 2 軸回りに回転する第 2 アームと、前記第 2 アームに接続され、前記第 1 軸と平行な第 3 軸回りに回転するとともに、前記第 3 軸に沿って移動する第 3 アームと、を備え、

前記第 1 アームの回転の上限速度は、前記第 2 アームの回転の上限速度よりも遅い請求項 8 に記載のロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、制御方法およびロボットシステムに関するものである。

【背景技術】**【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。各種ロボットやそのロボット周辺機器としては、例えば特許文献1に示すようなロボット装置が知られている。

【0003】

特許文献1のロボット装置は、ロボットの可動領域に人が侵入したのを検知する侵入検知手段を備えている。そして、ロボットに人が接近した場合、ロボットの動作速度を遅くすることにより、人とロボットとが衝突する可能性を低減している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2006-142480号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、特許文献1のロボット装置では、人がロボットに接近するたびにロボットの動作速度が遅くなるので、ロボットの作業効率が低下してしまう。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明は、前述した課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下により実現することが可能である。

【0007】

本適用例の制御方法は、ロボットアームを有し、動作プログラムを実行する実行モードと、前記動作プログラムを教示する教示モードと、を有する前記ロボットアームの動作モードを実行するロボットシステムの制御方法であって、

前記動作モードが前記実行モードであった場合、前記ロボットアームの動作速度の上限速度を第1速度に設定し、前記動作モードが前記教示モードであった場合、前記上限速度を前記第1速度よりも遅い第2速度に設定することを特徴とする。

【0008】

本適用例のロボットシステムは、ロボットアームと、

前記ロボットアームが実行する動作モードに基づいて前記ロボットアームの駆動を制御する駆動制御部と、

前記動作モードに基づいて前記ロボットアームの動作速度の上限速度を設定する速度設定部と、を備え、

前記速度設定部は、前記動作モードが、動作プログラムを実行する実行モードであった場合、前記上限速度を第1速度に設定し、前記動作モードが、前記ロボットに前記動作プログラムを教示する教示モードであった場合、前記上限速度を前記第1速度よりも遅い前記第2速度に設定することを特徴とする。

【図面の簡単な説明】**【0009】**

【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機能ブロック図である。

【図3】図2に示すロボットシステムのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

【図4】本発明の制御方法を説明するためのフローチャートである。

【図5】ロボットアームの動作を示すグラフであって、縦軸が速度、横軸が時間で表されるグラフである。

10

20

30

40

50

【図 6】ロボットアームの動作を示すグラフであって、縦軸が速度、横軸が時間で表されるグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の制御方法およびロボットシステ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。

【0011】

< 第 1 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機能ブロック図である。図 3 は、図 2 に示すロボットシステムのハードウェアの構成例を示すブロック図である。図 4 は、本発明の制御方法を説明するためのフローチャートである。図 5 は、ロボットアームの動作を示すグラフであって、縦軸が速度、横軸が時間で表されるグラフである。図 6 は、ロボットアームの動作を示すグラフであって、縦軸が速度、横軸が時間で表されるグラフである。

10

【0012】

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、以下では、図示された各矢印の先端側を「+（プラス）」、基端側を「-（マイナス）」と言う。また、z 軸回りの方向および z 軸に平行な軸回りの方向を「u 方向」とも言う。

20

【0013】

また、以下では、説明の便宜上、図 1 中の + z 軸方向、すなわち、上側を「上」または「上方」、- z 軸方向、すなわち、下側を「下」または「下方」とも言う。また、ロボットアーム 20 については、図 1 中の基台 21 側を「基端」、その反対側、すなわち、エンドエフェクター 7 側を「先端」と言う。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。

【0014】

図 1 および図 2 に示すロボットシステム 100 は、例えば、電子部品および電子機器等のワークの保持、搬送、組立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 100 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、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】

教示とは、ロボット 2 に対して動作プログラムを指定することを言い、具体的には、ロボットアーム 20 の位置、姿勢を制御装置 8 に入力することを言う。この教示には、直接教示と間接教示とがある。

【0016】

直接教示とは、ロボットアーム 20 に外力を加えつつロボットアーム 20 を所定の位置、姿勢に移動させながら、所望のタイミングで受付部 4 の教示ボタンを操作することにより、ロボットアーム 20 の位置、姿勢を制御装置 8 または教示装置 3 に記憶する、すなわち、動作プログラムを作成することを言う。

40

【0017】

また、間接教示とは、後述する教示装置 3 を用いて動作プログラムを作成し、制御装置 8 の記憶部 82 または教示装置 3 の記憶部に記憶することを言う。

【0018】

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。図 1 に示すように、ロボット 2 は、基台 21 と、基台 21 に接続されたロボットアーム 20 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、力検出部 5 と、エン

50

ドエフェクター 7 と、これら各部の作動を制御する制御装置 8 と、を有する。

【0019】

基台 21 は、ロボットアーム 20 を支持する部分である。基台 21 には、後述する制御装置 8 が内蔵されている。また、基台 21 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。

【0020】

ロボットアーム 20 は、第 1 アーム 22 と、第 2 アーム 23 と、作業ヘッドである第 3 アーム 24 と、を備えている。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。

【0021】

また、ロボット 2 は、第 1 アーム 22 を基台 21 に対して回転させる駆動ユニット 25 と、第 2 アーム 23 を第 1 アーム 22 に対して回転させる駆動ユニット 26 と、第 3 アーム 24 のシャフト 241 を第 2 アーム 23 に対して回転させる u 駆動ユニット 27 と、シャフト 241 を第 2 アーム 23 に対して z 軸方向に移動させる z 駆動ユニット 28 と、角速度センサー 29 とを備えている。

【0022】

図 1 および図 2 に示すように、駆動ユニット 25 は、第 1 アーム 22 の筐体 220 内に内蔵されており、駆動力を発生するモーター 251 と、モーター 251 の駆動力を減速する減速機 252 と、モーター 251 または減速機 252 の回転軸の回転角度を検出する位置センサー 253 とを有している。

【0023】

駆動ユニット 26 は、第 2 アーム 23 の筐体 230 に内蔵されており、駆動力を発生するモーター 261 と、モーター 261 の駆動力を減速する減速機 262 と、モーター 261 または減速機 262 の回転軸の回転角度を検出する位置センサー 263 とを有している。

【0024】

u 駆動ユニット 27 は、第 2 アーム 23 の筐体 230 に内蔵されており、駆動力を発生するモーター 271 と、モーター 271 の駆動力を減速する減速機 272 と、モーター 271 または減速機 272 の回転軸の回転角度を検出する位置センサー 273 とを有している。

【0025】

z 駆動ユニット 28 は、第 2 アーム 23 の筐体 230 に内蔵されており、駆動力を発生するモーター 281 と、モーター 281 の駆動力を減速する減速機 282 と、モーター 281 または減速機 282 の回転軸の回転角度を検出する位置センサー 283 とを有している。

【0026】

モーター 251、モーター 261、モーター 271 およびモーター 281 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。

【0027】

また、減速機 252、減速機 262、減速機 272 および減速機 282 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。また、位置センサー 253、位置センサー 263、位置センサー 273 および位置センサー 283 は、例えば、角度センサーとすることができる。

【0028】

駆動ユニット 25、駆動ユニット 26、 u 駆動ユニット 27 および z 駆動ユニット 28 は、それぞれ、対応する図示しないモータードライバに接続されており、モータードライバを介して制御装置 8 の駆動制御部 81 により制御される。

【0029】

また、角速度センサー 29 は、図 2 に示すように、第 2 アーム 23 に内蔵されている。

10

20

30

40

50

このため、第２アーム２３の角速度を検出することができる。この検出した角速度の情報に基づいて、制御装置８は、ロボット２の制御を行う。

【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を回転させる駆動ユニット２５が駆動すると、第１アーム２２が基台２１に対して、 u 方向、すなわち、第１軸Ｏ１回りに水平面内で回転する。また、位置センサー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。

【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、 u 方向、すなわち、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を回転させる駆動ユニット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、位置センサー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。

【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、 z 軸方向、すなわち、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 駆動ユニット２７が駆動すると、シャフト２４１は、 z 軸回りに回転する。また、位置センサー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。

【００３４】

また、シャフト２４１を z 軸方向に移動させる z 駆動ユニット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、位置センサー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、シャフト２４１の下端部には、各種のエンドエフェクターが着脱可能に連結される。エンドエフェクターとしては、特に限定されず、例えば、被搬送物を把持するもの、被加工物を加工するもの、検査に使用するもの等が挙げられる。本実施形態では、エンドエフェクター７が着脱可能に連結される。

【００３６】

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。

【００３７】

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２０および基台２１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２１の下方に設けられており、基台２１を下方から支持している。

【００３８】

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２０が受けた外力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

10

20

30

40

50

整可能である。

【 0 0 3 9 】

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。

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように、物体検出部 6 は、ロボット 2 に近接する人などの物体を検出するセンサーである。物体検出部 6 としては、例えば、赤外線センサー、静電容量センサー、ミリ波レーダー、レーザーレンジセンサー、カメラ等が挙げられる。物体検出部 6 により検出対象となる物体は、ロボット 2 の作業対象であるワーク以外の物体である。

【 0 0 4 1 】

物体検出部 6 は、制御装置 8 の接続部であるセンサーポート 8 6 に着脱可能に接続される。物体検出部 6 がセンサーポート 8 6 に接続された接続状態では、ロボット 2 に対し物体が接近すると、物体が接近したことを示す信号を制御装置 8 に送信する。なお、接続状態とは、物体検出部 6 と制御装置 8 とが通信可能な状態のことを言い、その接続方式は、有線または無線のいずれであってもよい。物体検出部 6 と制御装置 8 とが有線通信を行う場合、図示しない信号線のコネクタが差し込まれる部分が接続部であるセンサーポート 8 6 となる。一方、物体検出部 6 と制御装置 8 とが無線通信を行う場合、信号を送受信する部分が接続部となる。

【 0 0 4 2 】

図示の構成では、物体検出部 6 は、基台 2 1 に内蔵されている。ただし、これに限定されず、物体検出部 6 は、ロボットアーム 2 0 に内蔵されていてもよく、基台 2 1 やロボットアーム 2 0 から離れた場所、例えば、ロボットアーム 2 0 の上方、下方、側方や周囲等に設置されていてもよい。また、物体検出部 6 の設置個数も特に限定されない。

【 0 0 4 3 】

また、物体検出部 6 には、物体検出部 6 に異常が発生しているか否かを検出するための異常センサー 6 0 が設けられている。物体検出部 6 に異常が発生している場合には、異常センサー 6 0 がこれを検知し、その旨が制御装置 8 に通知される。なお、異常としては、物体検出部 6 またはその周辺の電気系統の異常や、検出センサーの感度の異常等が挙げられる。

【 0 0 4 4 】

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、ロボットアーム 2 0 の駆動を制御したり、ロボット 2 の作動状態が安全であることを監視したりする機能を有し、ロボット 2 の各部と電氣的に接続されている。制御装置 8 は、駆動制御部 8 1 と、記憶部 8 2 と、通信部 8 3 と、監視部 8 4 と、速度設定部 8 5 と、を有する。

【 0 0 4 5 】

これらの各部は、相互に通信可能に接続されている。また、制御装置 8 は、さらに、前述したセンサーポート 8 6 と、教示装置 3 が接続される接続ポート 8 7 と、を有する。

【 0 0 4 6 】

駆動制御部 8 1 は、記憶部 8 2 に保存された各種プログラム等を実行する。これにより、ロボットアーム 2 0 の駆動の制御、各種演算、各種判断等の処理が実現される。

【 0 0 4 7 】

記憶部 8 2 は、駆動制御部 8 1 が実行する動作プログラムを保存する。動作プログラムは、作業内容ごとに用意され、随時更新可能な状態で保存される。また、記憶部 8 2 は、動作プログラム以外のデータを保存するようになっていてもよい。動作プログラム以外のデータとしては、例えば、制御装置 8 の設定情報等が挙げられる。

【 0 0 4 8 】

通信部 8 3 は、ロボット 2 の各部、例えば、角速度センサー 2 9、力検出部 5、エンドエフェクター 7、受付部 4 および物体検出部 6 等と通信を行う。

【 0 0 4 9 】

監視部 8 4 は、後述する設定ステップを実行するのに先立って、接続部であるセンサーポート 8 6 に物体検出部 6 が接続されている接続状態であるか否かを判断する接続判断ステップを行う。この方法としては、例えば、監視部 8 4 がセンサーポート 8 6 に電気信号を送信し、物体検出部 6 から電気信号が返ってきたか否かに基づいて判断する方法や、図示しない抵抗器の抵抗値が変化したか否かに基づいて判断する方法等が挙げられる。

そして、監視部 8 4 は、このような判断結果を駆動制御部 8 1 に通知する。

10

【 0 0 5 0 】

速度設定部 8 5 は、取得部としての接続ポート 8 7 が教示装置 3 から取得した動作モードに基づいてロボットアーム 2 0 の動作速度の上限速度を設定する。すなわち、接続ポート 8 7 が取得した動作モードに応じて、その動作モードにおける上限速度を決定し、記憶部 8 2 に記憶する。教示装置 3 から取得する動作モードには、実行モードおよび教示モードがある。このことに関しては、後に詳述する。

【 0 0 5 1 】

なお、ロボットアーム 2 0 の上限速度とは、動作プログラムを実行中にロボットアーム 2 0 のうち、最も速く移動する部位の速度の上限値のことを言う。すなわち、ロボットアーム 2 0 の動作速度が上限速度を超えないように作動するということは、ロボットアーム 2 0 のうち、最も速く移動する部位が上限速度を超えないようにロボットアーム 2 0 を作動するということである。

20

【 0 0 5 2 】

ロボットアームの最も速く移動する部位とは、特に限定されないが、具体的には、制御点 T C P またはロボットアーム 2 0 の関節、すなわち、基台 2 1 と第 1 アーム 2 2 との連結部分および第 1 アーム 2 2 と第 2 アーム 2 3 との連結部分を指す。

【 0 0 5 3 】

ロボットシステム 1 0 0 では、これらの部位の少なくとも 1 か所の上限速度を設定し、その部位が上限速度を超えないように駆動制御部 8 1 がロボットアーム 2 0 の作動を制御する。図 5 および図 6 のグラフは、動作プログラムを示すグラフであって、横軸が時間、縦軸が制御点 T C P の移動方向における速度で表されるグラフである。なお、図 5 中のグラフでは、制御点 T C P の位置情報を加味していない。このような動作プログラムを行う場合、上限速度が第 3 速度 V 3 に設定されていた場合、動作プログラム通りの速度で実行することができる。一方、図 6 のグラフに示すように、上限速度が第 3 速度 V 3 よりも低い第 1 速度 V 1 であった場合、制御点 T C P の速度が第 1 速度 V 1 を超える一部のプログラム P が、第 1 速度 V 1 を超えないように、すなわち、上限速度である第 1 速度 V 1 で実行されるように、速度設定部 8 5 によって書き換えられる。これにより、制御点 T C P の動作速度が制限され、安全性が担保される。

30

【 0 0 5 4 】

なお、上限速度を第 1 速度 V 1 に規制することにより、作業にかかる時間が長くなる。すなわち、図示の構成では、第 3 速度 V 3 を上限速度として作業を行った場合には、所要時間は時間 T 3 であるが、第 1 速度 V 1 を上限速度として作業を行った場合、所要時間は、時間 T 3 よりも長い時間 T 1 となる。その分、第 1 速度 V 1 を上限速度として作業を行った場合、安全性は高まる。このような関係は、第 1 速度 V 1 と、後述する第 2 速度 V 2 との間でも成り立つ。このように、安全性と、動作プログラム完了までの所要時間、すなわち、作業効率とは、相反する関係である。

40

【 0 0 5 5 】

このような駆動制御部 8 1、記憶部 8 2、通信部 8 3、監視部 8 4 および速度設定部 8 5 は、互いに異なる回路基板に実装されていてもよく、これらのうちの複数が同じ回路基板に実装されていてもよい。なお、これらは、回路基板以外の形態で実装されていてもよ

50

い。

【 0 0 5 6 】

このような制御装置 8 の機能は、例えば図 3 に示すハードウェア構成によって実現可能である。

【 0 0 5 7 】

図 3 に示す制御装置 8 は、互いに通信可能に接続された少なくとも 1 つの第 1 プロセッサ、メモリー、すなわち、記憶部 8 2 および第 1 外部インターフェースを備えている。

【 0 0 5 8 】

このうち、制御装置 8 の第 1 プロセッサとしては、例えば C P U (Central Processing Unit)、F P G A (Field-Programmable Gate Array)、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等が挙げられる。 10

【 0 0 5 9 】

また、記憶部 8 2 としては、例えば R A M (Random Access Memory) 等の揮発性メモリーや、R O M (Read Only Memory) 等の不揮発性メモリー等が挙げられる。なお、メモリーは、非着脱式に限らず、着脱式の外部記憶装置であってもよい。

【 0 0 6 0 】

さらに、制御装置 8 の第 1 外部インターフェースとしては、各種の通信用コネクタが挙げられる。一例として、U S B (Universal Serial Bus) コネクタ、R S - 2 3 2 C コネクタ、有線 L A N (Local Area Network) 等が挙げられる。また、外部インターフェースは、無線 L A N のような無線通信を可能とする送受信機であってもよい。 20

【 0 0 6 1 】

また、制御装置 8 は、前述した構成要素に加えて、さらに他のハードウェア構成要素を備えていてもよい。

【 0 0 6 2 】

次に、教示装置 3 について説明する。

図 1 ~ 図 3 に示すように、教示装置 3 は、ロボットアーム 2 0 の動作プログラムを作成したり、各種設定を入力したりするためのデバイスである。教示装置 3 としては、例えば、タブレット、パソコン、スマートフォン、ティーチングペンダント等のデバイスを用いることができる。

【 0 0 6 3 】

また、教示装置 3 は、図示の構成では、タブレット型のデバイスであり、表示画面 3 1 を有する。この表示画面 3 1 は、タッチ式パネルでもあり、操作部も兼ねている。オペレーターは、表示画面 3 1 を操作して、実行モード、教示モードが選択できる。この選択は、例えば、図示はしないが、表示画面 3 1 に表示された「実行モードボタン」、「教示モードボタン」をタッチすることにより行うことができる。 30

【 0 0 6 4 】

実行モードは、所定の動作プログラムを再生、すなわち、実行してロボット 2 を駆動するモードである。実行モードで実行される動作プログラムは、教示装置 3 によって教示された動作プログラムや、ネットワーク等を介して取得した動作プログラム等が挙げられる。 40

【 0 0 6 5 】

教示モードは、前述したように、教示装置 3 を用いて教示を行う間接教示モードと、オペレーターがロボットアーム 2 0 に外力を加えて教示を行う直接教示モードと、を有する。

【 0 0 6 6 】

オペレーターは、このような教示装置 3 を用いてロボット 2 の動作プログラムを作成、入力し、記憶部 3 2 または記憶部 8 2 に記憶する。これにより、前述した間接教示モードが行われる。なお、オペレーターは、間接教示を行う際、教示装置 3 を持ったままロボット 2 の近傍にてロボット 2 を間近で視認しながら行ったり、離れた場所で行ったりすることがある。 50

【 0 0 6 7 】

このような教示装置 3 の機能は、例えば図 3 に示すハードウェア構成によって実現可能である。

【 0 0 6 8 】

図 3 に示す教示装置 3 は、互いに通信可能に接続された少なくとも 1 つの第 2 プロセッサ、表示部 3 1、メモリーである記憶部 3 2 および第 2 外部インターフェースを備えている。

【 0 0 6 9 】

このうち、教示装置 3 の第 2 プロセッサとしては、例えば C P U (Central Processing Unit)、F P G A (Field-Programmable Gate Array)、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等が挙げられる。 10

【 0 0 7 0 】

また、記憶部 3 2 としては、例えば R A M (Random Access Memory) 等の揮発性メモリーや、R O M (Read Only Memory) 等の不揮発性メモリー等が挙げられる。なお、メモリーは、非着脱式に限らず、着脱式の外部記憶装置であってもよい。

【 0 0 7 1 】

さらに、第 2 外部インターフェースとしては、各種の通信用コネクタが挙げられる。一例として、U S B (Universal Serial Bus) コネクタ、R S - 2 3 2 C コネクタ、有線 L A N (Local Area Network) 等が挙げられる。また、外部インターフェースは、無線 L A N のような無線通信を可能とする送受信機であってもよい。 20

【 0 0 7 2 】

また、教示装置 3 は、前述した構成要素に加えて、さらに他のハードウェア構成要素を備えていてもよい。

【 0 0 7 3 】

このようなロボットシステム 1 0 0 では、オペレーターが入力した動作モードに関する情報を、制御装置 8 の取得部である接続ポート 8 7 が取得し、記憶部 8 2 に記憶する。そして、速度設定部 8 5 は、取得した動作モードに応じて上限速度を設定する。具体的には、速度設定部 8 5 は、接続ポート 8 7 が取得した動作モードが、動作プログラムを実行する実行モードであった場合、上限速度を第 1 速度 V 1 に設定する。また、速度設定部 8 5 は、接続ポート 8 7 が取得した動作モードが、ロボット 2 に動作プログラムを教示する教示モードであった場合、上限速度を第 1 速度 V 1 よりも遅い第 2 速度 V 2 に設定する。 30

【 0 0 7 4 】

このような構成によれば、教示モードのようなロボット 2 とオペレーターとの距離が比較的近くなる場合を想定して、上限速度が第 2 速度 V 2 に設定され、実行モードのように、ある程度の安全性を確保しつつも、作業効率を高める必要がある場合には、上限速度が第 2 速度 V 2 よりも速い第 1 速度 V 1 に設定される。すなわち、取得した動作モードに応じて、安全性を最優先として駆動するか、必要最低限の安全性を確保しつつ作業効率を高めるよう駆動するかを設定することができる。よって、取得した動作モードに寄らず、安全性を十分に確保し、かつ、作業効率を高めることができる。 40

【 0 0 7 5 】

なお、前述したように、第 1 速度 V 1 は、制御点 T C P またはロボットアーム 2 0 の関節の最大速度のことであり、1 0 0 mm / 秒以上 5 0 0 mm / 秒以下であるのが好ましく、1 5 0 mm / 秒以上 4 5 0 mm / 秒以下であるのがより好ましい。

【 0 0 7 6 】

また、第 2 速度 V 2 は、第 1 速度 V 1 と同様に、制御点 T C P またはロボットアーム 2 0 の関節の最大速度のことであり、1 0 mm / 秒以上 1 0 0 mm / 秒未満であるのが好ましく、2 0 mm / 秒以上 5 0 mm / 秒以下であるのがより好ましい。

【 0 0 7 7 】

第 1 速度 V 1 および第 2 速度 V 2 をこのような数値範囲に設定することにより、取得した動作モードに寄らず、安全性をより確実に確保し、かつ、作業効率をより確実に高める 50

ことができる。

【 0 0 7 8 】

このような第 1 速度 V 1 および第 2 速度 V 2 の値は、予め記憶部 8 2 に記憶されていてもよく、教示装置 3 またはその他のデバイスから適宜設定可能であってもよい。

【 0 0 7 9 】

また、ロボットアーム 2 0 は、第 1 軸 O 1 回りに回転する第 1 アーム 2 2 と、第 1 アーム 2 2 に接続され、第 1 軸 O 1 と平行な第 2 軸 O 2 回りに回転する第 2 アーム 2 3 と、第 2 アーム 2 3 に接続され、第 1 軸 O 1 と平行な第 3 軸 O 3 回りに回転するとともに、第 3 軸 O 3 に沿って移動する第 3 アーム 2 4 と、を備える。そして、第 1 アーム 2 2 の回転の上限速度は、第 2 アーム 2 3 の回転の上限速度よりも遅いのが好ましい。これにより、制御点 T C P の移動速度の寄与率が大きい第 1 アーム 2 2 の回転の上限速度を抑制しつつ、第 2 アーム 2 3 を第 1 アーム 2 2 の回転の上限速度よりも早く回転させることが可能となる。よって、安全性を確保しつつ、作業効率をさらに効果的に高めることができる。

【 0 0 8 0 】

以上説明したように、ロボットシステム 1 0 0 は、ロボットアーム 2 0 と、ロボットアーム 2 0 が実行する動作モードに基づいてロボットアーム 2 0 の駆動を制御する駆動制御部 8 1 と、動作モードに基づいてロボットアーム 2 0 の動作速度の上限速度を設定する速度設定部 8 5 と、を備える。また、速度設定部 8 5 は、動作モードが、動作プログラムを実行する実行モードであった場合、上限速度を第 1 速度 V 1 に設定し、動作モードが、ロボット 2 に動作プログラムを教示する教示モードであった場合、上限速度を第 1 速度 V 1 よりも遅い第 2 速度 V 2 に設定する。これにより、取得した動作モードに応じて、安全性を最優先として駆動するか、必要最低限の安全性を確保しつつ作業効率を高めるよう駆動するかを設定することができる。よって、取得した動作モードに寄らず、安全性を十分に確保し、かつ、作業効率を高めることができる。

【 0 0 8 1 】

次に、ロボットシステム 1 0 0 の制御方法の一例を、図 4 に示すフローチャートに基づいて説明する。なお、以下で説明するステップは、制御装置 8 が行うが、教示装置 3 と分担して行ってもよい。

【 0 0 8 2 】

まず、ステップ S 1 0 0 において、ロボットシステム 1 0 0 の電源を ON にする。すなわち、制御装置 8 および教示装置 3 の電源を ON にする。ここで、オペレーターが教示装置 3 を用いて、動作モードを入力する。

【 0 0 8 3 】

次いで、ステップ S 1 0 1 において、教示装置 3 から動作モードの情報、すなわち、動作モードが実行モードか教示モードかを取得し、記憶部 8 2 に取り込む。このステップ S 1 0 1 が、動作モードを取得する取得ステップである。

【 0 0 8 4 】

次いで、ステップ S 1 0 2 において、センサーポート 8 6 に物体検出部 6 が接続されているか否かを判断する。この判断の方法としては、前述したように、監視部 8 4 がセンサーポート 8 6 に電気信号を送信し、物体検出部 6 から電気信号が返ってきたか否かに基づいて判断する方法や、図示しない抵抗器の抵抗値が変化したか否かに基づいて判断する方法等が挙げられる。このステップ S 1 0 2 は、接続判断ステップである。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 1 0 2 において、接続されていないと判断した場合、後述するように、ステップ S 1 1 0 に移行する。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 0 2 において、接続されていると判断した場合、ステップ S 1 0 3 において、物体検出部 6 に異常が有るか否かを判断する。この判断は、異常センサー 6 0 からの信号に基づいてなされる。ステップ S 1 0 3 において、物体検出部 6 に異常があると判断した場合、後述するように、ステップ S 1 1 1 に移行する。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 0 3 において、物体検出部 6 に異常が無いと判断した場合、ステップ S 1 0 4 において、物体検出部 6 から取得した検出結果に基づいて、ロボット 2 に接近する物体の有無を判断する。このステップ S 1 0 4 が、接近判断ステップである。ステップ S 1 0 4 において、ロボット 2 に接近する物体が有ると判断した場合、後述するステップ S 1 1 2 に移行する。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 0 4 において、ロボット 2 に接近する物体が無いと判断した場合、ステップ S 1 0 5 において、ロボット 2 に接近する物体が無いことを駆動制御部 8 1 に通知する。次いで、ステップ S 1 0 6 において、駆動制御部 8 1 に、通常モードで駆動する旨を支持する。

10

【 0 0 8 9 】

この通常モードとは、ロボットアーム 2 0 の上限速度を、第 1 速度 V 1 よりも早い第 3 速度 V 3 としてロボットアーム 2 0 を駆動するモードのことを言う。すなわち、ロボット 2 に物体、特に、人等の物体が接近していないので、通常で速度でロボットアーム 2 0 を駆動することが可能である。このように人がロボット 2 の近くにいないければ、通常で上限速度でロボットアーム 2 0 を駆動することにより、作業効率が低下するのを防止することができる。

【 0 0 9 0 】

なお、通常モードは、実行モード、教示モードのいずれでも適用される。ステップ S 1 0 6 では、ステップ S 1 0 1 において入力された動作モードに応じて実行モードおよび教示モードを実行するよう駆動制御部 8 1 に指示を出す。そして、ステップ S 1 0 7 において、上限速度を第 3 速度 V 3 に設定し、その設定で駆動制御部 8 1 が動作プログラムを実行する。

20

【 0 0 9 1 】

そして、ステップ S 1 0 8 において、ロボットシステム 1 0 0 の電源 OFF を行うか否かを判断する。すなわち、オペレーターから電源 OFF にする指示があったか否かを判断する。ステップ S 1 0 8 において、電源 OFF を行うと判断した場合、ステップ S 1 0 9 において、ロボットシステム 1 0 0 の電源を OFF にする。一方、ステップ S 1 0 9 において、電源を OFF にしないと判断した場合、ステップ S 1 0 3 に戻り、以下のステップを順次繰り返す。

30

【 0 0 9 2 】

ここで、ステップ S 1 0 2 において、センサーポート 8 6 に物体検出部 6 が接続されていないと判断した場合、ステップ S 1 1 0 に移行する。ステップ S 1 1 0 では、センサーポート 8 6 に物体検出部 6 が未接続である旨を駆動制御部 8 1 に通知する。そして、ステップ S 1 1 3 に移行する。

【 0 0 9 3 】

また、ステップ S 1 0 3 において、センサーポート 8 6 に接続されている物体検出部 6 に異常があると判断した場合、ステップ S 1 1 1 に移行する。ステップ S 1 1 1 では、センサーポート 8 6 に接続されている物体検出部 6 に異常がある旨を駆動制御部 8 1 に通知する。そして、ステップ S 1 1 3 に移行する。

40

【 0 0 9 4 】

ステップ S 1 1 3 では、現在選択されている動作モードが実行モードか教示モードかを判断する。この判断は、ステップ S 1 0 1 において、教示装置 3 から取得した動作モードに基づいて行われる。ステップ S 1 1 3 において、実行モードと判断した場合、ステップ S 1 1 4 において、ロボットアーム 2 0 の上限速度を第 1 速度 V 1 に設定する。そして、ステップ S 1 1 5 において、上限速度を第 1 速度 V 1 として実行モードを実行する。

【 0 0 9 5 】

一方、ステップ S 1 1 3 において、教示モードと判断した場合、ステップ S 1 1 6 において、ロボットアーム 2 0 の上限速度を第 1 速度 V 1 よりも遅い第 2 速度に設定する。そ

50

して、ステップ S 1 1 7 において、上限速度を第 2 速度 V 2 として教示モードを実行する。

【 0 0 9 6 】

このようなステップ S 1 1 4 およびステップ S 1 1 6 が、ロボットアーム 2 0 の動作速度の上限値を設定する設定ステップである。

【 0 0 9 7 】

この設定ステップでは、前述したように、制御点 T C P の上限速度またはロボットアーム 2 0 の関節の回転の上限速度を設定する。制御点 T C P およびロボットアーム 2 0 の間接は、ロボット 2 の中でも最も速度が速くなりやすい部位である。このような部位に対し上限速度を設定し、実行することにより、安全性をより確実に確保することができる。

10

【 0 0 9 8 】

これらステップ S 1 1 5 およびステップ S 1 1 7 を実行した後、前述したステップ S 1 0 8 に移行し、以下のステップを繰り返す。

【 0 0 9 9 】

以上説明したように、本発明の制御方法は、ロボットアーム 2 0 を有し、動作プログラムを実行する実行モードと、動作プログラムを教示する教示モードと、を有するロボットアーム 2 0 の動作モードを実行するロボットシステム 1 0 0 の制御方法である。また、本発明の制御方法では、動作モードが実行モードであった場合、ロボットアーム 2 0 の動作速度の上限速度を第 1 速度 V 1 に設定し、動作モードが教示モードであった場合、上限速度を第 1 速度 V 1 よりも遅い第 2 速度 V 2 に設定する。これにより、取得した動作モードに応じて、安全性を最優先として駆動するか、必要最低限の安全性を確保しつつ作業効率を高めるよう駆動するかを設定することができる。よって、取得した動作モードに寄らず、安全性を十分に確保し、かつ、作業効率を高めることができる。

20

【 0 1 0 0 】

また、制御方法は、ロボット 2 の動作モードを取得する取得ステップと、前記取得ステップで特定した前記動作モードに応じて、前記ロボットアームの動作速度の上限速度を設定する設定ステップと、を有する。

【 0 1 0 1 】

また、設定ステップを実行する前に、ロボットシステム 1 0 0 に、ロボット 2 に接近する物体を検出する物体検出部 6 が接続されているか否かを判断する接続判断ステップを有し、接続判断ステップにおいて、ロボットシステム 1 0 0 に物体検出部 6 が接続されてないと判断した場合、設定ステップを実行する。すなわち、ロボット 2 に物体が接近したか否かを検出できない場合に、設定ステップを行う。これにより、安全性をさらに高めることができる。

30

【 0 1 0 2 】

また、接続判断ステップにおいて、ロボットシステム 1 0 0 に物体検出部 6 が接続されていると判断した場合、物体検出部 6 の検出結果に基づいて、ロボットに接近する物体が存在するか否かを判断する接近判断ステップを実行する。これにより、ロボット 2 に物体が接近したことを検出することができる。

【 0 1 0 3 】

また、接近判断ステップにおいて、ロボット 2 に接近する物体が存在すると判断した場合、設定ステップを実行する。これにより、安全性を高めることができる。

40

【 0 1 0 4 】

また、接近判断ステップにおいて、ロボット 2 に接近する物体が存在しないと判断した場合、ロボットアーム 2 0 の上限速度を第 1 速度 V 1 よりも速い第 3 速度 V 3 に設定する。これにより、安全を確認したうえで、第 3 速度 V 3 でロボットアーム 2 0 を駆動することができ、作業効率を高めることができる。

【 0 1 0 5 】

以上、本発明の制御方法およびロボットシステ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、各工程の要件は、同様の機能を有する任

50

意の工程に置換することができる。また、ロボットシステムの各部の構成は、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、制御方法およびロボットシステムには、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。

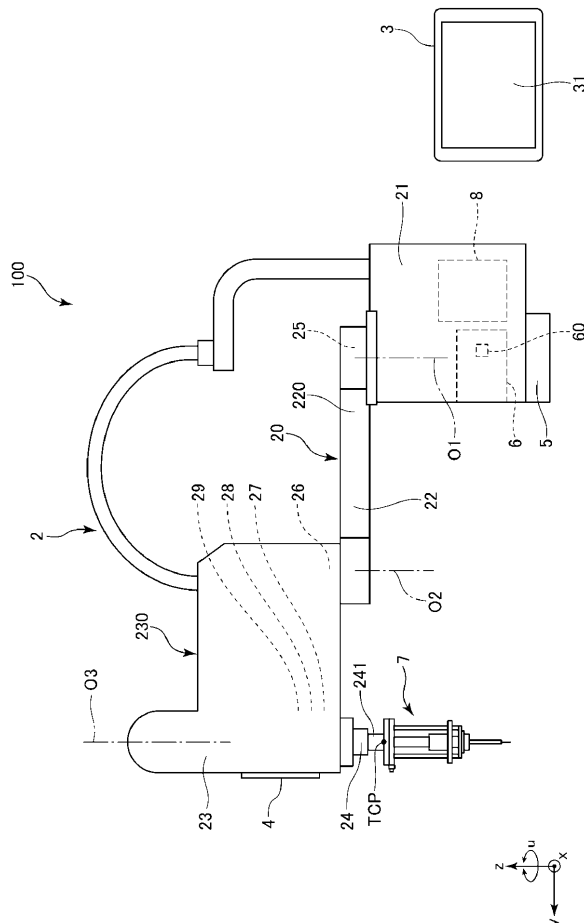
【符号の説明】

【 0 1 0 6 】

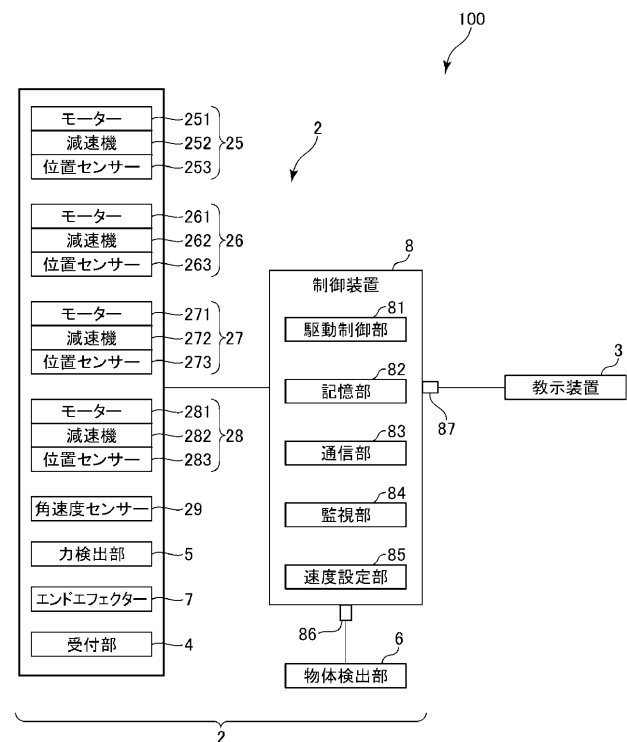
2 ... ロボット、3 ... 教示装置、4 ... 受付部、5 ... 力検出部、6 ... 物体検出部、7 ... エンドエフェクター、8 ... 制御装置、20 ... ロボットアーム、21 ... 基台、22 ... 第1アーム、23 ... 第2アーム、24 ... 第3アーム、25 ... 駆動ユニット、26 ... 駆動ユニット、27 ... u 駆動ユニット、28 ... z 駆動ユニット、29 ... 角速度センサー、31 ... 表示画面、32 ... 記憶部、60 ... 異常センサー、81 ... 駆動制御部、82 ... 記憶部、83 ... 通信部、84 ... 監視部、85 ... 速度設定部、86 ... センサーポート、87 ... 接続ポート、100 ... ロボットシステム、220 ... 筐体、230 ... 筐体、241 ... シャフト、251 ... モーター、252 ... 減速機、253 ... 位置センサー、261 ... モーター、262 ... 減速機、263 ... 位置センサー、271 ... モーター、272 ... 減速機、273 ... 位置センサー、281 ... モーター、282 ... 減速機、283 ... 位置センサー、O1 ... 第1軸、O2 ... 第2軸、O3 ... 第3軸、P ... プログラム、TCP ... 制御点、V1 ... 第1速度、V2 ... 第2速度、V3 ... 第3速度

10

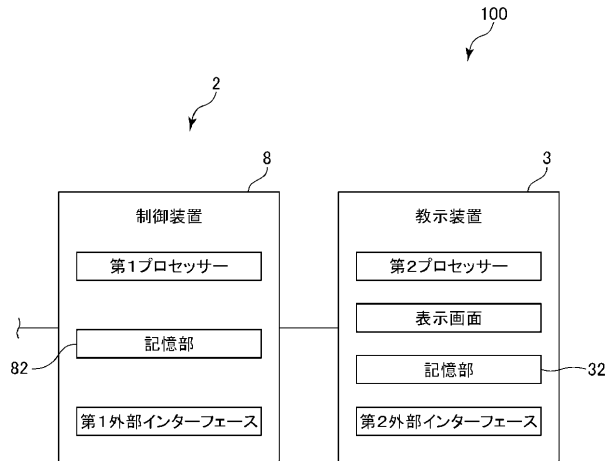
【 図 1 】



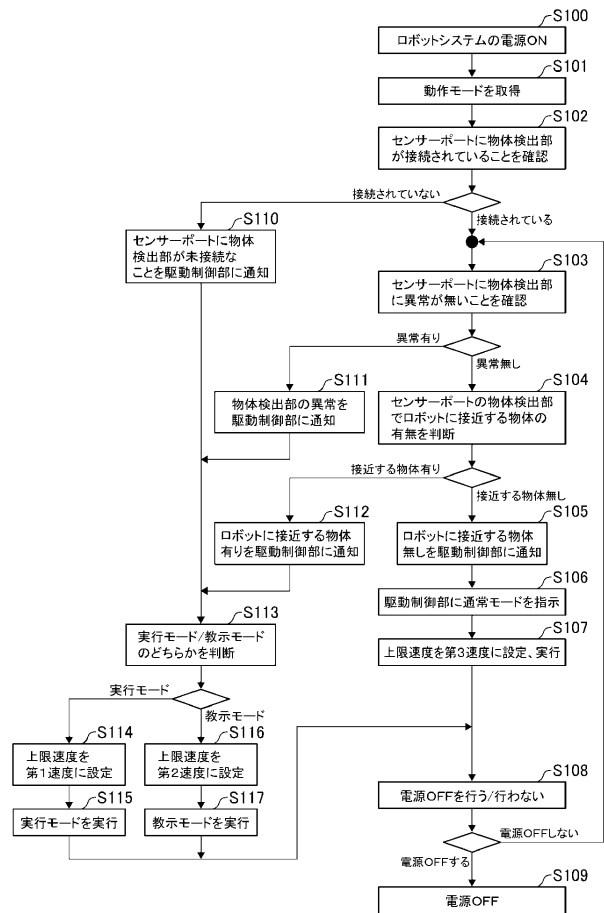
【 図 2 】



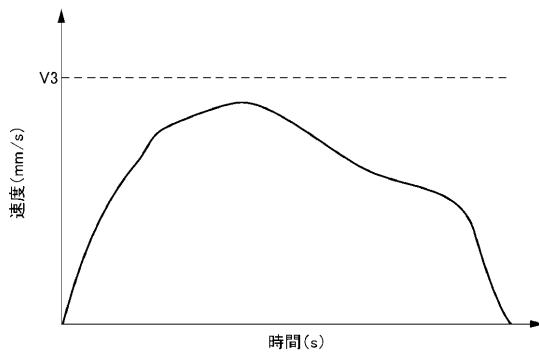
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

