

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6055014号
(P6055014)

(45) 発行日 平成28年12月27日(2016.12.27)

(24) 登録日 平成28年12月9日(2016.12.9)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 J 19/06 (2006.01) B 2 5 J 19/06

請求項の数 3 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-59721 (P2015-59721) (22) 出願日 平成27年3月23日(2015.3.23) (65) 公開番号 特開2016-179510 (P2016-179510A) (43) 公開日 平成28年10月13日(2016.10.13) 審査請求日 平成28年1月14日(2016.1.14)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 390008235 ファナック株式会社 山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 (74) 代理人 100099759 弁理士 青木 篤 (74) 代理人 100102819 弁理士 島田 哲郎 (74) 代理人 100123582 弁理士 三橋 真二 (74) 代理人 100130133 弁理士 曾根 太樹 (74) 代理人 100112357 弁理士 廣瀬 繁樹</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物または人との接触を検知する機能を有するロボット制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロボットがロボット以外の物体に接触しているか否かを判定する接触検出部と、
 ロボットが前記物体に接触した後のロボットの動作方向を検出し、ロボットの動作を監視する動作方向監視部とを備え、

接触検出部は、ロボットと前記物体とが接触した時にロボットが退避する基準の方向となる基準方向を設定し、

前記基準方向は、ロボットが前記物体から離れる方向であり、

動作方向監視部は、基準方向に対する予め定められた角度の範囲を許容範囲に設定し、
 ロボットが前記物体に接触した後に、許容範囲内のロボットの動作を許可し、許容範囲から外れるロボットの動作を禁止することを特徴とする、ロボット制御装置。

10

【請求項2】

作業者がロボットを手動にて操作してロボットの動作を教示する教示モードと、ロボットが教示された動作を自動的に再生する再生モードとの切替えが可能な切替えスイッチと

、
 ロボットと前記物体とが接触した場合に、ロボットを前記物体から離れる方向に自動的に動作させる退避指令部とを備え、

前記切替えスイッチにより再生モードが選択された場合に、ロボットと前記物体とが接触した時に退避指令部によりロボットを動作させ、

前記切替えスイッチにより教示モードが選択された場合に、ロボットと前記物体とが接

20

触した時に動作方向監視部によりロボットの動作を監視する、請求項 1 に記載のロボット制御装置。

【請求項 3】

動作方向監視部は、ロボットの動作方向が前記許容範囲を外れた場合には、ロボットを停止する、請求項 1 または 2 に記載のロボット制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットを制御するロボット制御装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

近年では、人がロボットと協調して作業を行うロボットシステムが知られている。このロボットシステムでは、ロボットの周りに安全柵を設けない状態にて、ロボットおよび人が作業する。ロボット制御装置には、デッドマンスイッチと称されるスイッチが配置されている。例えば、ロボットを停止すべき時に作業者がデッドマンスイッチを押すと、ロボットを緊急停止することができる。デッドマンスイッチを備えることにより安全性を向上させることができる。

【0003】

また、ロボットの動作中には、ロボットが周りの物や人に接触する場合がある。例えば、人がロボットと協調して作業を行っている時に、ロボットが周囲の機器に接触したり作業者に接触したりする場合がある。このような場合に、ロボットシステムは、外力を検知してロボットを停止したり、被接触物を避ける退避動作を行ったりするように制御することが知られている（例えば、特許文献 1 から特許文献 3 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3 3 6 7 6 4 1 号明細書

【特許文献 2】特許第 3 4 5 9 9 7 3 号明細書

【特許文献 3】特開 2 0 1 4 - 1 8 9 0 1 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ロボットは、予め生成された軌道に沿って移動するように制御される。ロボットの軌道は、作業者が指定した教示点および速度に基づいて生成することができる。教示点は、作業者が教示操作盤を操作することにより設定することができる。たとえば、教示操作盤を操作してロボットを所望の位置および姿勢にする。このときのロボットのツール先端点の位置を教示点として記憶させることができる。そして、ロボット制御装置は、教示点または教示点の近傍を通るように軌道を生成することができる。

【0006】

ロボットに教示点を教示している期間中に、ロボットが周辺の機器に接触することが頻繁に生じる場合がある。例えば、ワークを作業台に置く動作を教示する場合には、ワークを作業台に近づけた状態でハンドを広げる。このときにハンドを広げる位置が高すぎると、ワークが傷つく可能性がある。このために、ハンドを広げる位置は、ワークが作業台に近接した位置であることが好ましい。

40

【0007】

作業者は、ワークが作業台よりも僅かに上に配置されている位置を教示するために、ロボットを上下に動かして調整する。作業者がワークを作業台に近づける操作をしている時にワークが作業台に接触してしまう場合がある。

【0008】

ロボットが外部の物体と接触した場合には、適切な方法により退避することが好ましい

50

。ロボットが外部の物体と接触した場合にロボットを停止させる方法では、接触状態が続くためロボットを動作させることができず、教示を続けることができないという問題が生じる。

【0009】

一方で、ロボットが自動的に退避動作を行う場合には、教示作業の効率が悪いという問題がある。例えば、ワークが下降して作業台に接触した場合に、ロボットを自動的に上昇させる制御が考えられる。そして、ロボットが自動的に上昇する動作は、安全性を考慮して大きく移動するように設定される。このために、ロボットを再び下降させてワークを作業台の近傍まで移動させる必要がある。ところが、操作が所望の通りに行われない場合には、再びワークが作業台に接触してしまう場合がある。すなわち、ワークが作業台に接触する状態と、ワークが作業台から離れた状態とが交互に繰り返される場合がある。同様の操作を繰り返す必要があるために、教示をする時間が長くなるという問題がある。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のロボット制御装置は、ロボットがロボット以外の物体に接触しているか否かを判定する接触検出部と、ロボットが物体に接触した後のロボットの動作方向を検出し、ロボットの動作を監視する動作方向監視部とを備える。接触検出部は、ロボットと物体とが接触した時にロボットが退避する基準の方向となる基準方向を設定し、基準方向は、ロボットが物体から離れる方向であり、動作方向監視部は、基準方向に対する予め定められた角度の範囲を許容範囲に設定し、ロボットが物体に接触した後に、許容範囲内のロボットの動作を許可し、許容範囲から外れるロボットの動作を禁止する。

20

【0011】

上記発明においては、作業者がロボットを手動にて操作してロボットの動作を教示する教示モードと、ロボットが教示された動作を自動的に再生する再生モードとの切替えが可能な切替えスイッチと、ロボットと物体とが接触した場合に、ロボットを物体から離れる方向に自動的に動作させる退避指令部とを備え、切替えスイッチにより再生モードが選択された場合に、ロボットと物体とが接触した時に退避指令部によりロボットを動作させ、切替えスイッチにより教示モードが選択された場合に、ロボットと物体とが接触した時に動作方向監視部によりロボットの動作を監視することができる。

30

【0012】

上記発明においては、動作方向監視部は、ロボットの動作方向が許容範囲を外れた場合には、ロボットを停止することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明のロボット制御装置は、ロボットが人や物に接触した時に、安全に接触を解消する動作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施の形態におけるロボットシステムの概略図である。

【図2】実施の形態における第1のロボットシステムのブロック図である。

40

【図3】実施の形態における退避動作の方向の許容範囲を説明する図である。

【図4】実施の形態における運転制御のフローチャートである。

【図5】実施の形態における第2のロボットシステムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図1から図5を参照して、実施の形態におけるロボット制御装置について説明する。図1は、本実施の形態におけるロボットシステムの概略図である。ロボットシステムは、ワークWの搬送を行うロボット1と、ロボット1を制御するロボット制御装置としての制御装置2とを備える。

【0016】

50

本実施の形態のロボット1は、アーム12と複数の関節部13とを含む多関節ロボットである。ハンド17は、ワークWを把持したり解放したりする機能を有する。ロボット1は、アーム12を支持するベース部11を備える。ベース部11は、設置面20に固定されている。

【0017】

ロボット1は、それぞれの関節部13を駆動するアーム駆動装置を含む。アーム駆動装置は、関節部13の内部に配置されているアーム駆動モータ14を含む。アーム駆動モータ14が駆動することにより、アーム12を関節部13にて所望の角度に曲げることができる。また、本実施の形態のロボット1は、アーム12の全体が鉛直方向に延びる回転軸の周りを回転可能に形成されている。アーム駆動装置は、ベース部11に配置され、アーム12の全体を回転させる駆動モータを含む。

10

【0018】

ロボット1は、ハンド17を閉じたり開いたりするハンド駆動装置を備える。本実施の形態のハンド駆動装置は、空気圧によりハンド17を駆動する。ハンド駆動装置は、ハンド17に接続されたハンド駆動シリンダ18と、ハンド駆動シリンダ18に圧縮空気を供給するための空気ポンプおよび電磁弁を含む。

【0019】

ロボット1は、制御装置2の動作指令に基づいて駆動する。アーム駆動装置およびハンド駆動装置は、制御装置2により制御されている。例えば、アーム駆動モータ14の回転角度およびハンド駆動シリンダ18の空気圧は制御装置2により制御されている。

20

【0020】

図2に、本実施の形態における第1のロボットシステムのブロック図を示す。図1および図2を参照して、本実施の形態におけるロボット1は、動作プログラム41に基づいてワークを搬送することができる。ロボット1は、自動的に初期の位置から目標の位置までワークWを搬送することができる。制御装置2は、バスを介して互いに接続されたCPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、およびROM (Read Only Memory)等を有する演算処理装置を含む。

【0021】

制御装置2には、ロボット1の動作を行うために予め定められた動作プログラム41が入力される。動作プログラム41は、動作プログラム記憶部42に記憶される。動作制御部43は、動作プログラム41に基づいてロボット1を駆動するための動作指令を送出する。動作制御部43は、アーム駆動部44にアーム駆動装置を駆動する動作指令を送出する。アーム駆動部44は、アーム駆動モータ14等を駆動する電気回路を含み、動作指令に基づいてアーム駆動モータ14等に電力を供給する。アーム駆動モータ14が駆動することにより、アーム12の折れ曲がり角度やアーム12の方向などが調整される。

30

【0022】

また、動作制御部43は、ハンド駆動部45にハンド駆動装置を駆動する動作指令を送出する。ハンド駆動部45は、空気ポンプ等を駆動する電気回路を含み、動作指令に基づいてハンド駆動シリンダ18に圧縮空気が供給される。ハンド駆動シリンダ18に供給する空気の圧力を調整することによりハンド17が開閉する。

40

【0023】

ロボット1は、関節部13に作用する力を検出する力検出器19を備える。本実施の形態では、それぞれの関節部13ごとに力検出器19が配置されている。力検出器19は、関節部13に加わる力の大きさと力の方向を検出可能に形成されている。力検出器19としては、例えば、直交する3軸の方向の力及び直交する3軸の周りのモーメントを検出できる6軸力覚センサを採用することができる。また、アーム12の先端とハンド17との間にも力検出器が取り付けられていても構わない。

【0024】

本実施の形態におけるロボット1は、ロボットの位置および姿勢を検出する状態検出器16を含む。状態検出器16は、ツール先端点等のアーム12の基準点に関する位置、関

50

節部 1 3 におけるアーム 1 2 の折れ曲がり状態、およびアーム 1 2 が向いている方向等を検出する。状態検出器 1 6 の出力は制御装置 2 に入力される。

【 0 0 2 5 】

本実施の形態における状態検出器 1 6 は、それぞれのアーム駆動モータ 1 4 に取り付けられた回転角検出器 1 5 を含む。回転角検出器 1 5 は、アーム駆動モータ 1 4 が駆動するときの回転角度を検出する。それぞれのアーム駆動モータ 1 4 の回転角度に基づいて、関節部 1 3 における角度を検出することができる。また、状態検出器 1 6 は、アーム 1 2 のベース部 1 1 に対する回転角度を検出する回転角検出器を含む。検出した回転角度に基づいてアーム 1 2 が延びている方向を検出することができる。

【 0 0 2 6 】

本実施の形態の制御装置 2 は、ロボット 1 を停止した状態にするための指令を動作制御部 4 3 に送出する停止指令部 4 6 を含む。停止指令部 4 6 は、ロボット 1 が駆動している期間および停止している期間のいずれの状態においても、駆動を停止する指令を送出できるように形成されている。動作制御部 4 3 は、停止指令を受信すると動作プログラム 4 1 の実行を停止する。そして、ロボット 1 の駆動が停止される。ロボット 1 が停止している期間中に停止指令が発信された場合は、動作制御部 4 3 は、ロボット 1 の停止状態を維持する。

【 0 0 2 7 】

制御装置 2 は、判定値記憶部 5 6 を有する。判定値記憶部 5 6 には、後述するように、退避動作を行うときの角度の許容範囲を定める判定値 5 5 が予め入力される。判定値記憶部 5 6 は、角度の判定値を記憶する。停止指令部 4 6 は、判定値記憶部 5 6 から角度の判定値を読み込む。なお、動作プログラム記憶部 4 2 および判定値記憶部 5 6 等の記憶部は、1 つの記憶部が共用されていても構わない。

【 0 0 2 8 】

制御装置 2 は、教示操作盤 4 9 を備える。教示操作盤 4 9 は、ティーチングペンダントとも称される。教示操作盤 4 9 は、作業者がロボット 1 を任意の位置に動かした後に、その位置を教示点として制御装置 2 に記憶させるための操作盤である。教示操作盤 4 9 には、ロボット 1 を操作するために必要なスイッチやボタンが配置されている。教示操作盤 4 9 は、作業者の操作に対応する信号を動作制御部 4 3 に送出する。動作制御部 4 3 は、教示操作盤 4 9 から受信した信号に基づいてアーム駆動モータ 1 4 およびハンド駆動シリンダ 1 8 を駆動する。

【 0 0 2 9 】

制御装置 2 は、教示操作盤 4 9 の操作により指定された教示点を記憶する教示点記憶部 5 2 を備える。教示点記憶部 5 2 は、状態検出器 1 6 の出力に基づいて教示点を記憶する。制御装置 2 は、記憶された教示点に基づいてロボット 1 の再生動作を実施する指令を送出する再生動作指令部 5 3 を備える。再生動作指令部 5 3 の出力は動作制御部 4 3 に送出される。

【 0 0 3 0 】

本実施の形態のロボットシステムは、動作プログラム 4 1 に基づいてロボット 1 を駆動することができるように形成されている。また、本実施の形態のロボットシステムは、作業者が手動にてロボット 1 を操作することができるように形成されている。はじめに、作業者がロボット 1 を手動で動作させる場合の制御について説明する。

【 0 0 3 1 】

制御装置 2 は、ロボット 1 がロボット 1 以外の物体（以下、単に「他の物体」と称する）に接触しているか否かを判定する接触検出部 4 7 を備える。他の物体には、ロボット 1 の周りの機器や作業員等の人が含まれる。接触検出部 4 7 には、力検出器 1 9 の出力信号が入力される。ロボット 1 が動作している期間中に、ロボット 1 が外部からの力（以下、「外力」と称する）を受ける場合がある。接触検出部 4 7 は、ロボット 1 に作用する外力を検出できるように形成されている。アーム 1 2 に加わる力は、力検出器 1 9 により検出することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

制御装置 2 には、ロボットを駆動するためのパラメータが入力される。パラメータには、質量パラメータが含まれる。質量パラメータは、ロボット 1 に作用する内力を推定するためのロボット 1 の各部位の質量やワーク W の質量に関連する情報を含む。

【 0 0 3 3 】

接触検出部 4 7 は、ロボット 1 の質量およびロボット 1 の動作により生じる内力を推定する。内力は、ロボット 1 の外側から力が加えられていない状態で、ロボット 1 が動作した時に、自重によりロボット 1 に作用する力である。内力は、状態検出器 1 6 により検出したロボット 1 の位置および姿勢と、質量パラメータとに基づいて算出することができる。

10

【 0 0 3 4 】

接触検出部 4 7 は、力検出器 1 9 により検出された力から推定した内力を減算することにより外力を算出することができる。接触検出部 4 7 は、算出した外力を接触判定値と比較する。そして、接触検出部 4 7 は、算出された外力が接触判定値よりも大きい場合には、ロボット 1 に他の物体が接触していると判定することができる。

【 0 0 3 5 】

なお、他の物体がロボットに接触しているか否かを判別する制御は、任意の制御を採用することができる。例えば、アーム駆動装置のモータの外乱電流に基づいて外乱トルクを推定することができる。そして、外乱トルクが予め定められた判定値を超える場合に、ロボット 1 が他の物体に接触していると判定することができる。または、アームおよび関節部の表面を、接触センサを有する覆い部材にて覆うことができる。他の物体がロボットに接触すると、接触センサから信号が発信されて、他の物体がロボットに接触したことを検出することができる。

20

【 0 0 3 6 】

本実施の形態の制御装置 2 は、ロボット 1 の動作を停止させるための停止指令部 4 6 を備える。停止指令部 4 6 は、ロボットが所定の状態になった場合に、ロボット 1 を停止させる信号を動作制御部 4 3 に送出する。ロボット 1 が動作している場合には、動作制御部 4 3 は、ロボット 1 の動作を停止する。ロボット 1 が停止している期間中には、動作制御部 4 3 は、ロボット 1 の停止状態を維持する。

【 0 0 3 7 】

作業者は、ロボット 1 が他の物体に接触したことを認識した場合には、ロボット 1 の他の物体に接触している部分が、他の物体から退避するように教示操作盤 4 9 の操作を行う。本実施の形態の制御装置 2 では、ロボット 1 が他の物体に接触した時のロボットの動作方向の許容範囲が予め定められている。すなわち、ロボットが退避する方向の許容範囲が予め定められている。

30

【 0 0 3 8 】

図 3 に、ロボットの動作方向の許容範囲を説明する概略図を示す。図 3 に示す例では、他の物体 6 1 の表面に、ワーク W またはロボット 1 の一部分が接触したときの図である。例えば、ロボット 1 のアーム 1 2 が他の物体 6 1 の接触点 8 1 に接触する。他の物体 6 1 に力の作用する方向は、矢印 9 2 によって示されている。ロボット 1 に作用する外力の方向は、矢印 9 1 に示すように、他の物体 6 1 に力の作用する方向と反対向きになる。

40

【 0 0 3 9 】

図 2 および図 3 を参照して、本実施の形態の接触検出部 4 7 は、ロボット 1 に外力が作用する作用点と外力が作用する方向を検出可能に形成されている。本実施の形態では、ロボット 1 が退避する時に退避の基準となる方向を基準方向と称する。この例では、基準方向は、矢印 9 1 に示す他の物体 6 1 から外力が作用する方向に設定される。接触検出部 4 7 は、接触点 8 1 の位置と外力が作用する方向とに基づいて基準方向を設定する。作業者は、ロボット 1 の接触点 8 1 に接触した部分が他の物体 6 1 から離れるようにロボット 1 を操作する。

【 0 0 4 0 】

50

停止指令部 4 6 は、ロボット 1 の動作を監視する動作方向監視部 4 8 を備える。ロボット 1 の動作方向に関する角度判定値 は、予め定められている。角度判定値 は、判定値 5 5 として予め判定値記憶部 5 6 に記憶されている。動作方向監視部 4 8 は、基準方向に対して角度判定値 の範囲内の方向を許容範囲に設定する。このように、動作方向監視部 4 8 は、角度判定値 および接触点 8 1 の位置に基づいて、ロボットの動作方向の許容範囲を設定する。

【 0 0 4 1 】

また、動作方向監視部 4 8 は、ロボット 1 が他の物体 6 1 に接触した後のロボット 1 の動作方向を検出する。ロボット 1 の動作方向は、状態検出器 1 6 の出力に基づいて検出することができる。状態検出器 1 6 は、退避動作を行っているときのロボット 1 の状態を動作方向監視部 4 8 に送出する。例えば、動作方向監視部 4 8 は、回転角検出器 1 5 等の出力により、実際のロボット 1 の位置および姿勢の変化を検出することができる。そして、動作方向監視部 4 8 は、ロボット 1 の位置および姿勢の変化に基づいて、ロボットの動作方向を算出することができる。

【 0 0 4 2 】

ロボット 1 が実際に動作する方向の検出方法としては、この形態に限られず、任意の方法を採用することができる。たとえば、ロボット 1 が実際に動作する方向は、教示操作盤 4 9 から動作制御部 4 3 に送出される信号に基づいて検出しても構わない。または、ロボット 1 が実際に動作する方向は、動作制御部 4 3 からアーム駆動部 4 4 に送出される動作指令に基づいて検出しても構わない。

【 0 0 4 3 】

動作方向監視部 4 8 は、ロボット 1 が許容範囲内にて動作している場合には、ロボットの動作を許可する。すなわち、停止指令部 4 6 は、動作制御部 4 3 にロボット 1 の停止指令を送出しない。一方で、動作方向監視部 4 8 は、実際のロボット 1 の動作方向が、許容範囲から外れる場合にはロボット 1 の動作を禁止する。すなわち、停止指令部 4 6 は、ロボット 1 を停止する指令を動作制御部 4 3 に送出する。動作制御部 4 3 は、停止指令に従ってロボット 1 の駆動を停止する。

【 0 0 4 4 】

このように、動作方向監視部 4 8 は、ロボット 1 が他の物体に接触している場合に、他の物体から適切に離れる方向の動作を許可する。一方で、動作方向監視部 4 8 は、他の物体から望ましくない方向に離れる動作を禁止する。このために、作業者は、他の物体を傷つけたり、ロボットに損傷を与えたりする動作を回避しながら安全に操作することができる。または、他の物体が人である場合には、人の安全性を確保することができる。

【 0 0 4 5 】

なお、ロボットが人に接触した場合には、人は速やかにロボットから離れる場合が多い。すなわち、短時間でロボット 1 が人から離れた状態になる。本実施の形態における動作方向監視部 4 8 は、他の物体にロボットが接触している期間中に、ロボットの動作を監視する。一方で、動作方向監視部 4 8 は、ロボット 1 の接触がない場合には、ロボット 1 の動作を監視しない。このために、ロボット 1 の接触が解消された直後には、ロボット 1 を自由に動作させることができる。

【 0 0 4 6 】

図 4 に、本実施の形態における運転制御のフローチャートを示す。図 4 に示す制御は、教示操作盤 4 9 にて作業者がロボットを手動にて駆動している期間中に行うことができる。また、この制御は、所定の時間間隔ごとに繰り返して行うことができる。

【 0 0 4 7 】

図 2 および図 4 を参照して、ステップ 7 1 において、接触検出部 4 7 は、ロボット 1 が他の物体に接触しているか否かを判別する。ロボット 1 が他の物体に接触していない場合には、この制御を終了する。ロボット 1 が他の物体に接触している場合には、ステップ 7 2 に移行する。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

ステップ72において、動作方向監視部48は、ロボット1の実際の動作方向を検出する。次に、ステップ73において、動作方向監視部48は、検出した動作方向が許容範囲内であるか否かを判別する。ロボット1の動作方向が許容範囲内である場合には、ステップ71に戻り、ロボット1の動作の監視を繰り返す。ステップ73において、ロボット1の動作方向が許容範囲から外れた場合には、ステップ74に移行する。

【0049】

ステップ74においては、ロボット1の動作を停止する。停止指令部46は、動作制御部43に対してロボット1の動作を停止する指令を送出する。

【0050】

この制御により、ロボット1が他の物体に接触している期間中にロボット1の動作方向の監視を実施し、ロボット1が他の物体から離れると共に監視を終了することができる。なお、上記の実施の形態では、ロボットの動作方向の監視は他の物体との接触を検出すると共に開始しているが、この形態に限られず、ロボットの動作方向の監視は他の物体との接触を検出した後にロボットがはじめて停止した時に開始しても構わない。

【0051】

本実施の形態の制御では、前述のように、ロボット1又はワークWが他の物体に接触した時に、他の物体から離れるための基準方向を設定する。上記の制御装置では、外力の作用点および外力の方向を検出できるように、外力がロボットに作用する方向を基準方向に設定している。基準方向の設定方法としては、この形態に限られず、他の物体がロボットから離れる任意の方向を採用することができる。

【0052】

例えば、ロボットが接触センサを有する覆い部材にて覆われている場合には、外力がロボットに作用する作用点を検出することができる。ところが、外力がロボットに作用する方向は検出されない。このため、基準方向としては、作用点における覆い部材の表面の法線方向のうち他の物体から離れる方向を設定することができる。すなわち、覆い部材の表面に垂直な方向をロボットが動作する適切な方向として基準方向に設定することができる。

【0053】

または、ロボットを手動にて駆動しているときに、ロボットの軌跡を記憶部に記憶しておくことができる。例えば、記憶部は、予め定められた時間間隔ごとにロボットの位置および姿勢を記憶しておくことができる。ロボットが他の物体と接触した場合には、記憶した軌跡に沿って、逆方向に進む方向を基準方向に設定することができる。この場合には、基準方向が曲線になる場合がある。そして、記憶している軌跡に対して、予め定められた距離の範囲を許容範囲に設定することができる。

【0054】

例えば、ロボット1のベース部11に、力検出器を配置することができる。ロボットのベース部11に力検出器を配置した場合には、ロボット1に加わる外力の方向は検出できるが、ロボット1に加わる外力の作用点を検出することができない。このような場合においても、記憶している軌跡に沿って退避させる方向を基準方向に採用することができる。この方法は、他の物体が停止している状態、または他の物体がロボットよりも遅く動く場合に効果的である。

【0055】

または、ロボット1が他の物体が接触した時に、記憶した軌跡のうち直前の移動点を検出する。そして、接触した時の位置から接触する直前の位置に向かう方向を基準方向に設定することができる。このように、予め定められた時間間隔ごとにロボットの位置および姿勢が制御されている場合には、接触した時の位置から直前の位置に向かう方向を基準方向に設定することができる。そして、基準方向に基づいてロボットが離れる時の許容範囲を設定することができる。

【0056】

上記の例では、教示操作盤49によりロボットを手動にて操作する場合について説明し

10

20

30

40

50

た。ロボットを手動操作する方法は、この形態に限られず、任意の方法を採用することができる。例えば、ロボットの先端に作業者が操作可能なハンドル（ハンドガイド）を配置する。そして、ロボットシステムは、作業員がハンドルを操作すると共に教示点を記憶するダイレクトティーチング装置を備えることができる。ダイレクトティーチング装置では、作業員が直接的にロボットの動作を教示することができる。

【 0 0 5 7 】

次に、ロボットの自動運転における制御について説明する。図 2 を参照して、本実施の形態における制御装置 2 は、動作プログラム 4 1 に基づいてロボットを駆動できるように形成されている。動作プログラム 4 1 には、例えば、ロボットが自動的に駆動している期間中に他の物体に接触した場合には、接触点から退避する指令が含まれる場合がある。本実施の形態の動作方向監視部 4 8 は、動作プログラムに基づいて退避動作を実行している期間中にも、ロボット 1 の動作が正常か否かを監視することができる。そして、ロボット 1 の退避方向が許容範囲を超える場合には、停止指令部 4 6 は、ロボット 1 を停止させることができる。

10

【 0 0 5 8 】

図 5 に、本実施の形態における第 2 のロボットシステムのブロック図を示す。図 5 には、制御装置 2 の部分が記載されている。ロボットの構成は、第 1 のロボットシステムと同様である（図 2 参照）。第 2 のロボットシステムの制御装置 2 は、ロボットを手動にて操作して、ロボットの動作を教示する教示モードと、ロボット 1 が教示された動作を自動的に再生する再生モードとを切替え可能に形成されている。制御装置 2 は、教示モードと再生モードとを切り替える切替えスイッチ 5 0 を含む。

20

【 0 0 5 9 】

切替えスイッチ 5 0 において、作業者が教示モードを選択した場合には、ロボット 1 に教示点を教示する為に教示操作盤 4 9 にてロボット 1 が操作される。教示点記憶部 5 2 は、作業により設定された教示点を記憶する。これに対して、切替えスイッチ 5 0 において、作業者が再生モードを選択した場合には、再生動作指令部 5 3 は、教示点記憶部 5 2 に記憶された教示点に基づいて軌道を生成する。再生動作指令部 5 3 は、生成された軌跡に沿ってロボット 1 が動作する指令を動作制御部 4 3 に送出する。

【 0 0 6 0 】

制御装置 2 は、ロボット 1 と他の物体とが接触した場合に、ロボット 1 を他の物体から離れる方向に自動的に動作させる退避指令部 5 1 を備える。退避指令部 5 1 により指令されるロボット 1 の動作の方向としては、前述の様に、ロボット 1 が他の物体から離れる方向を採用することができる。ロボット 1 と他の物体との接触が検出された場合に、退避指令部 5 1 は、ロボット 1 の退避動作を行う指令を動作制御部 4 3 に送出することができる。

30

【 0 0 6 1 】

切替えスイッチ 5 0 により再生モードが選択された場合には、停止指令部 4 6 による制御を停止して、退避指令部 5 1 による制御を実施する。一方で、切替えスイッチ 5 0 により教示モードが選択された場合には、退避指令部 5 1 による制御を停止して、停止指令部 4 6 による制御を実施する。

40

【 0 0 6 2 】

このように、切替えスイッチ 5 0 を設けて、ロボットが他の物体に接触したときのロボットの動作を切替えることができる。再生モードでは、他の物体にロボットが接触した場合に、他の物体から離れる方向にロボットが自動的に移動する。このために、他の物体を傷つけることを抑制することができる。また、教示モードでは、他の物体にロボットが接触した場合に、動作方向監視部がロボットの動作方向を監視する。このため、作業者が誤った操作をしても、他の物体を傷つけることを抑制することができる。そして、ロボットが他の物体に接触しない状態になると、自由にロボットを操作することができる。

【 0 0 6 3 】

本実施の形態のロボット制御装置は、人とロボットが協調して作業を行う協調ロボット

50

を備えるロボットシステムに好適である。例えば、ロボットと作業者が1つの作業を行うロボットシステムに好適である。または、ロボットと作業者とが互いに異なる作業を行う状態で、作業者とロボットとの間に安全柵が設けられていないロボットシステムに好適である。

【0064】

本実施の形態においては、多関節ロボットを例示して説明したが、この形態に限られず、任意のロボットを制御するロボット制御装置に本発明を適用することができる。

【0065】

上述のそれぞれの制御においては、機能および作用が変更されない範囲において適宜ステップの順序を変更することができる。上記の実施の形態は、適宜組み合わせることができる。上述のそれぞれの図において、同一または相等する部分には同一の符号を付している。なお、上記の実施の形態は例示であり発明を限定するものではない。また、実施の形態においては、特許請求の範囲に示される実施の形態の変更が含まれている。

10

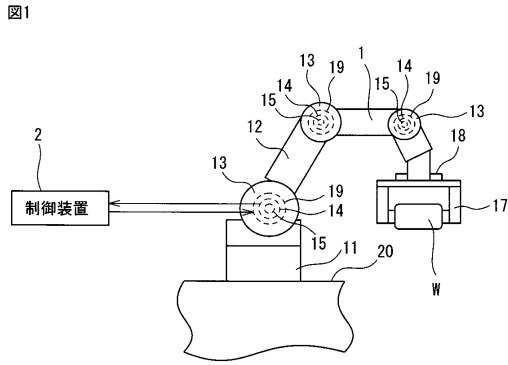
【符号の説明】

【0066】

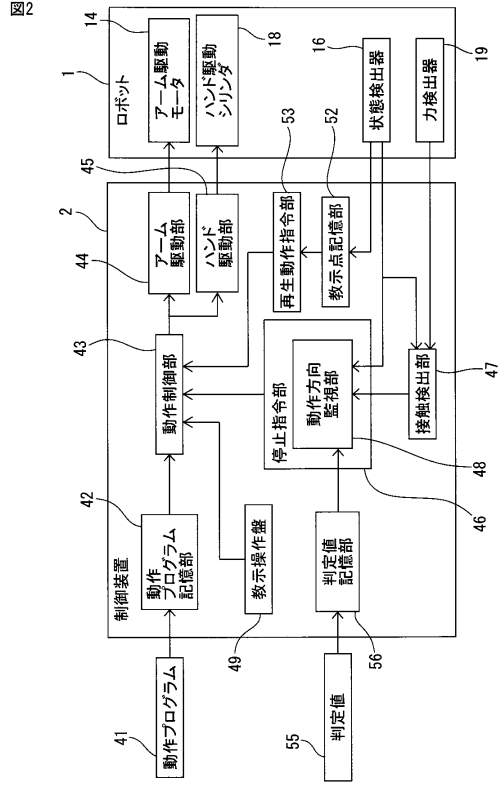
- 1 ロボット
- 2 制御装置
- 15 回転角検出器
- 16 状態検出器
- 47 接触検出部
- 48 動作方向監視部
- 49 教示操作盤
- 50 切替えスイッチ
- 51 退避指令部
- 55 判定値
- 61 物体

20

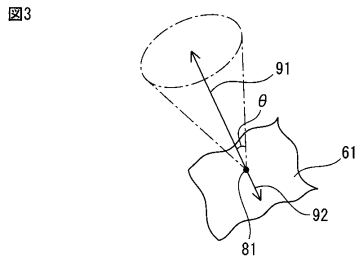
【図1】



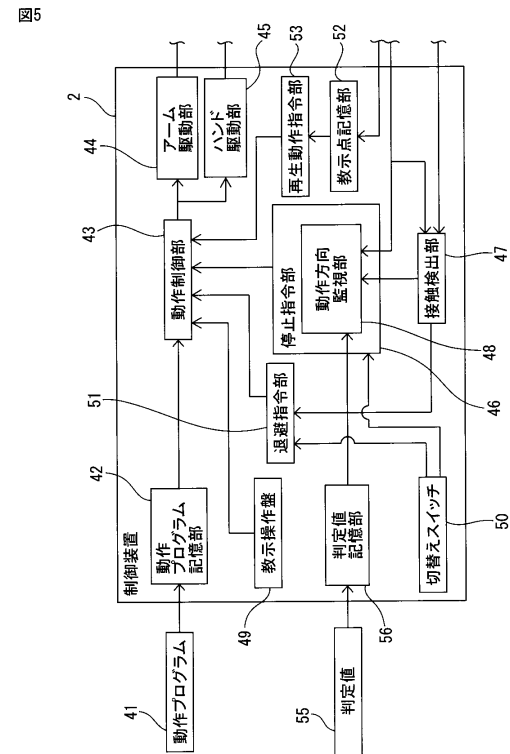
【図2】



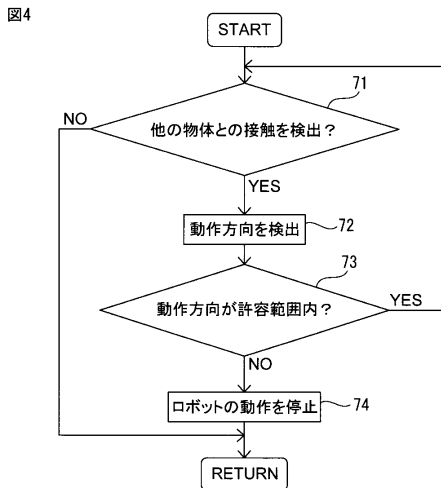
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(74)代理人 100159684

弁理士 田原 正宏

(72)発明者 内藤 康広

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 有田 創一

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 白井 卓巳

(56)参考文献 特開2006-263916(JP,A)

特開平06-245561(JP,A)

特開2014-018901(JP,A)

特開2003-025272(JP,A)

米国特許出願公開第2007/0142967(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 13/00 - 19/06

H02P 5/00

G05B 19/19