

(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2019-38065
(P2019-38065A)

(43) 公開日 平成31年3月14日(2019.3.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 5 J 19/06 (2006.01)	B 2 5 J 19/06	3 C 7 0 7
B 2 5 J 13/08 (2006.01)	B 2 5 J 13/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-161770 (P2017-161770)	(71) 出願人	000002945 オムロン株式会社 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
(22) 出願日	平成29年8月25日 (2017.8.25)	(74) 代理人	110000970 特許業務法人 楓国際特許事務所
		(72) 発明者	橋本 実 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	谷 喜東 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	尾▲さこ▼ 一功 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 最終頁に続く

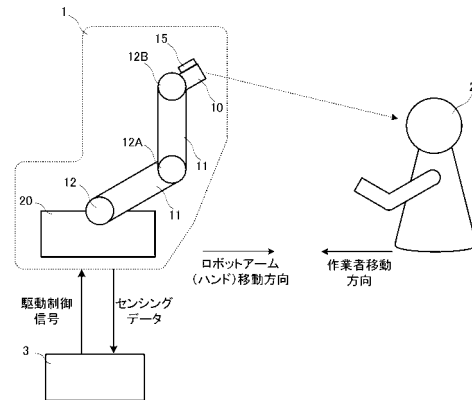
(54) 【発明の名称】 ロボット制御装置、ロボットシステム、ロボット制御方法、および、ロボット制御プログラム

(57) 【要約】

【課題】 移動体の安全を確保し、ロボットと移動体との距離を大きくすることなく、ロボットの可動中にロボットと移動体との衝突を回避する技術を提供する。

【解決手段】 支点12を軸にして可動するロボットアーム11と、移動体2との相対的な位置関係を検知する検知部15Bと、検知部15Bにより検知されたロボットアーム11と、移動体2との相対的な位置関係の変化に基づいて、ロボットアーム11を可動させるアクチュエータの駆動制御信号を生成する制御部3Bと、制御部3Bが生成した駆動制御信号をアクチュエータに出力する出力部3Cとを備えている。また、検知部15Bは、ロボットアームに取り付けたセンサ15によって、ロボットアーム11と移動体2との相対的な位置関係を検出する。制御部3Bは、ロボットアーム11の可動速度を、移動体2との相対的な位置関係の変化に応じて変化させる駆動制御信号を生成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

支点を軸にして可動するロボットアームと、移動体との相対的な位置関係を検知する検知部と、

前記検知部により検知された前記ロボットアームと、前記移動体との相対的な位置関係の変化に基づいて、前記ロボットアームを可動させるアクチュエータの駆動制御信号を生成する制御部と、

前記制御部が生成した前記駆動制御信号を前記アクチュエータに出力する出力部と、を備え、

前記検知部は、前記ロボットアームに取り付けたセンサによって、前記ロボットアームと前記移動体との相対的な位置関係を検出し、

前記制御部は、前記ロボットアームの可動速度を、前記移動体との相対的な位置関係の変化に応じて前記駆動制御信号を生成する、ロボット制御装置。

【請求項 2】

前記ロボットアームは、一方の端部側に前記支点が形成され、他方の端部側に前記センサが取り付けられている、請求項 1 に記載のロボット制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記ロボットアームと、前記移動体との相対的な位置関係の変化から、算出した、前記ロボットアームと前記移動体との相対速度を用いて、前記駆動制御信号を生成する、請求項 1 または請求項 2 に記載のロボット制御装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記ロボットアームと、前記移動体との相対的な速度の変化から、算出した、前記ロボットアームと前記移動体との相対距離を用いて、前記駆動制御信号を生成する、請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載のロボット制御装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記ロボットアームと前記移動体との相対距離が、予め定めた停止距離よりも短ければ、前記ロボットアームを停止させる前記駆動制御信号を生成する、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれかに記載のロボット制御装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記ロボットアームと前記移動体との相対距離が、予め定めた停止距離よりも長ければ、前記ロボットアームを減速、または加速させる前記駆動制御信号を生成する、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれかに記載のロボット制御装置。

【請求項 7】

支点を軸にして可動する前記ロボットアームを有するロボット、および、

前記ロボットに対して、前記ロボットアームを可動させる前記アクチュエータの駆動制御信号を生成して出力する請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれかに記載のロボット制御装置、を有するロボットシステム。

【請求項 8】

コンピュータが、

支点を軸にして可動するロボットアームと、移動体との相対的な位置関係を、前記ロボットアームに取り付けたセンサの検知出力から検知する検知ステップと、

検知された前記ロボットアームと、前記移動体との相対的な位置関係の変化に基づいて、前記ロボットアームを可動させるアクチュエータの駆動制御信号を生成する生成ステップと、

前記駆動制御信号を前記アクチュエータに出力する出力ステップと、を実行するロボット制御方法であって、

前記生成ステップは、前記ロボットアームの可動速度を、前記移動体との相対的な位置関係の変化に応じて変化させる前記駆動制御信号を生成するステップである、ロボット制御方法。

【請求項 9】

前記生成ステップは、前記ロボットアームの可動速度を、前記移動体との相対的な位置関係の変化に応じて変化させる前記駆動制御信号を生成するステップである、ロボット制御方法。

前記生成ステップは、前記ロボットアームの可動速度を、前記移動体との相対的な位置関係の変化に応じて変化させる前記駆動制御信号を生成するステップである、ロボット制御方法。

前記生成ステップは、前記ロボットアームの可動速度を、前記移動体との相対的な位置関係の変化に応じて変化させる前記駆動制御信号を生成するステップである、ロボット制御方法。

前記生成ステップは、前記ロボットアームの可動速度を、前記移動体との相対的な位置関係の変化に応じて変化させる前記駆動制御信号を生成するステップである、ロボット制御方法。

前記生成ステップは、前記ロボットアームの可動速度を、前記移動体との相対的な位置関係の変化に応じて変化させる前記駆動制御信号を生成するステップである、ロボット制御方法。

10

20

30

40

50

支点を軸にして可動するロボットアームと、移動体との相対的な位置関係を、前記ロボットアームに取り付けたセンサの検知出力から検知する検知ステップと、

検知された前記ロボットアームと、前記移動体との相対的な位置関係の変化に基づいて、前記ロボットアームを可動させるアクチュエータの駆動制御信号を生成する生成ステップと、

前記駆動制御信号を前記アクチュエータに出力する出力ステップと、にコンピュータに実行させるロボット制御プログラムであって、

前記生成ステップは、前記ロボットアームの可動速度を、前記移動体との相対的な位置関係の変化に応じて変化させる前記駆動制御信号を生成するステップである、ロボット制御プログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ロボットと移動体との協調作業を実現する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、生産現場においては、ロボットと、作業員（ヒト）が、同じ空間で同時に行う作業（協調作業）が増加している。協調作業においては、ロボットと、作業員の接触（衝突）によって、作業員のケガ、ロボットの故障を防ぐ必要がある。

【0003】

20

例えば、特許文献1には、作業員とロボットとの距離を考慮した条件に応じて、ロボットの可動速度を減速する、もしくは、ロボットの進入禁止区域を設け、ロボットを進入させない制御を行うことが検討されている。

【0004】

また、特許文献2には、ロボットと作業員との距離を用いて、ロボットの減速、緊急停止を行う制御について検討されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4648486号公報

30

【特許文献2】特許第5370127号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、ロボットと作業員が安全である距離を確保するためには、ロボットの可動する最大の領域を確保する必要があった。また、ロボットと、作業員との距離を用いて、ロボットを減速させることにより、仮に作業員が動いていない場合でも、ロボットを減速する必要があり、生産性が阻害されていた。ここでは、作業者を例にしているが、他の移動体であってもよい。

【0007】

40

この発明の目的は、移動体の安全を確保するために、ロボットと移動体との距離を大きくすることなく、ロボットの可動中にロボットと移動体との衝突を回避することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明のロボット制御装置は、上述の目的を達するために、以下のように構成している。

【0009】

支点を軸にして可動するロボットアームと、移動体との相対的な位置関係を検知する検知部と、検知部により検知されたロボットアームと、移動体との相対的な位置関係の変化に基づいて、ロボットアームを可動させるアクチュエータの駆動制御信号を生成する制御

50

部と、制御部が生成した駆動制御信号をアクチュエータに出力する出力部とを備えている。

【0010】

また、検知部は、ロボットアームに取り付けたセンサによって、ロボットアームと移動体との相対的な位置関係を検出する。制御部は、ロボットアームの可動速度を、移動体との相対的な位置関係の変化に応じて変化させる駆動制御信号を生成する。

【0011】

この構成によれば、ロボットアームと、移動体との相対的な位置関係を検知し、ロボットアームを可動させるアクチュエータの駆動制御信号を生成することができる。出力部は、駆動制御信号をアクチュエータに出力する。これにより、ロボットアームに取り付けたセンサによって、ロボットアームと移動体との相対的な位置関係を検出できる、また、ロボットアームの可動速度を移動体との相対的な位置関係の変化に応じて変化する駆動制御信号を生成することができる。

10

【0012】

したがって、ロボットアームと、移動体との相対的な位置関係を用いて、ロボットを制御することができる。ロボットの不要な減速、緊急停止を回避することができるため、生産性が向上する。

【0013】

また、ロボットアームには、一方の端部に支点が形成され、他方の端部にセンサが取り付けられていてもよい。このように構成すれば、ロボットアームは、移動体との距離が最も遠い位置、すなわちロボットアームと移動体とが最も衝突する可能性がある位置で、移動体の相対的な位置を検出することができ、センサの数を減らすことができる。

20

【0014】

また、制御部は、ロボットアームと、移動体との相対的な位置関係の変化から算出した、ロボットアームと移動体との相対速度を用いて、駆動制御信号を生成してもよい。このように構成すれば、ロボットアームと移動体との相対的な位置関係の変化による相対速度を取得することにより駆動制御信号を生成することができる。なお、相対速度から、相対的な位置関係（距離）を算出することができる。

【0015】

また、制御部は、ロボットアームと、移動体との相対的な速度の変化から算出した、ロボットアームと移動体との相対距離を用いて、駆動制御信号を生成してもよい。このように構成すれば、ロボットアームと移動体との相対的な位置関係の変化による相対距離を取得することにより駆動制御信号を生成することができる。なお、相対距離から、相対速度を算出することができる。

30

【0016】

また、制御部は、ロボットアームと移動体との相対距離が、予め定めた停止距離よりも短ければ、ロボットアームを停止させる駆動制御信号を生成してもよい。このように構成すれば、予め安全であると想定される距離にロボットアームが進入した場合には、ロボットを緊急停止することができる。

【0017】

また、ロボットアームと移動体との相対距離が、予め定めた停止距離よりも長ければ、ロボットアームを減速、または加速させる駆動制御信号を生成してもよい。このように構成すれば、ロボットの不要な緊急停止を回避することができ、生産性向上を図ることができる。

40

【発明の効果】

【0018】

この発明によれば、ロボットと移動体との距離を大きくすることなく、ロボットが可動している場合における、移動体の安全を確保できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

50

【図 1】ロボットと作業者の位置関係を示す概略図である。

【図 2】センサとコントローラの制御の流れを示すブロック図である。

【図 3】緊急停止時における相対距離の推定方法についての概要図である。

【図 4】センサとコントローラの制御の流れを示すフローチャートである。

【図 5】ロボットハンドの可動時における、ロボットハンドと作業者の相対速度を算出する概略図である。

【図 6】ロボットハンドの回転方向の可動時における、ロボットハンドと作業者の相対速度を算出する概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、この発明の実施形態について説明する。

【0021】

図 1 は、この例にかかるロボット制御装置を用いた、ロボット 1 と、作業者 2 と、コントローラ 3 との関係を示す概略図である。この例のロボット 1 は、複数のロボットアーム 11 と、支点（関節）12、12A、12B、ロボットハンド 10 を備えている。ロボットハンド 10 には、センサ 15 を備えている。ロボット 1 は、ロボット基台 20 に支点 12 で固定されている。ロボット基台 20 は、旋回する構造であってもよい。

【0022】

支点 12、12A、12B は、ロボット 1 の関節として可動する。ロボット 1 は、これらの関節を動かす駆動機構として、アクチュエータを備えている。

【0023】

なお、本発明における、ロボットと移動体との距離とは、ロボットハンド 10 における、ロボット基台 20 の基点から最も遠い位置と、移動体との間の距離である。言い換えれば、その時点でのロボットの最大範囲の端と、移動体との距離である。ロボットの可動範囲は、関節の数（軸数）によって可動範囲が変化する。

【0024】

ロボット 1 のセンサ 15 は、作業者 2 との相対的な位置関係を検知する。作業者 2 は、本発明の移動体である。コントローラ 3 は、本発明の制御部である。

【0025】

センサ 15 は、例えば、変位センサ、超音波センサ、ミリ波センサ、光センサ等からなる。センサ 15 で検知する相対位置は、ロボットハンド 10（ロボットアーム 11）が 3 次元で可動すれば 3 次元である。また、センサ 15 で検知する相対位置は、ロボットハンド 10（ロボットアーム 11）が 2 次元で可動すれば、2 次元である。

【0026】

センサ 15 は、所定の時間間隔で相対位置を継続的に検知する。作業者 2 は、作業者移動方向に移動している、同様に、ロボットハンド 10 は、ロボットアーム移動方向に移動しているものとする。

【0027】

センサ 15 は、作業者 2 と、ロボットハンド 10 との相対速度を算出する。センサ 15 は、算出した相対速度を、センシングデータとして、コントローラ 3 に送信する。

【0028】

コントローラ 3 は、センシングデータを予め定めておいた危険判断を元に、駆動制御信号を生成する。コントローラ 3 は、駆動制御信号をロボット 1 に送信する。ロボット 1 は駆動制御信号を受信することによって、支点 12、12A、12B に備えられたアクチュエータに駆動制御信号を伝達する。

【0029】

ここで、危険判断とは、ロボット 1 と作業者 2 とが安全に、衝突することなく、可動する規定値を定めたものである。

【0030】

図 2 の機能ブロック図を用いて、センサとコントローラの制御の流れについて説明する

10

20

30

40

50

。センサ 15 には、センシング部 15 A、検知部 15 B、コントローラ接続部 15 C を備えている。コントローラ 3 には、センシングデバイス接続部 3 A、制御部 3 B、出力部 3 C を備えている。制御部 3 B は、離間距離推定機能部 3 1 B と、危険判断機能部 3 2 B を備えている。センサ 15 は、ロボット 1 が有するロボットハンド 10 (ロボットアーム 11 の先端) に取り付けられているものとする。また、センサ 15 は、例えば変位センサであるとして、以下に説明する。

【0031】

センシング部 15 A は、センシング素子であり、自身であるセンシング部 15 A を含むセンサ 15 と、作業員 2 との位置関係に応じたセンサ信号を検知部 15 B に出力する。

【0032】

検知部 15 B は、該センサ信号を用いて、センサ 15 の作業員 2 に対する、相対的な位置関係を算出する。

【0033】

検知部 15 B は、コントローラ接続部 15 C に、相対的な位置関係を出力する。コントローラ接続部 15 C は、センシングデバイス接続部 3 A に相対的な位置関係を送信する。

【0034】

センシングデバイス接続部 3 A は、コントローラ接続部 15 C から相対的な位置関係を受信する。センシングデバイス接続部 3 A は、離間距離推定機能部 3 1 B に相対的な位置関係を送信する。

【0035】

離間距離推定機能部 3 1 B は、相対的な位置関係の時間的な変化から、センサ 15 と、作業員 2 の相対速度を算出する。また、相対的な位置関係から、緊急停止がおきた場合の停止時相対距離を算出する。

【0036】

離間距離推定機能部 3 1 B は、停止時相対距離と相対速度を危険判断機能部 3 2 B へ送信する。

【0037】

危険判断機能部 3 2 B は、停止時相対距離と相対速度をもとに、予め定めた危険判断によって生成された駆動制御信号を出力部 3 C に送信する。

【0038】

出力部 3 C は、ロボット 1 のアクチュエータへ駆動制御信号を送信する。

【0039】

なお、センサ 15 が、速度をセンシングする速度センサである場合は、センサ 15 と作業員 2 との相対速度を取得し、離間距離推定機能部 3 1 B は、該相対速度を積分することによって、相対的な位置関係を算出できる。

【0040】

図 3 は、離間距離推定機能部 3 1 B を用いて、緊急停止時の停止時相対距離を推定する方法を、具体的に説明した図である。以下の説明においては、2次元の相対速度を用いる場合を例とする。

【0041】

ロボット 1 の先端をロボットハンド 10 とすると、ロボットハンド 10 は、作業員 2 へ向かって (ロボット進行方向)、地点 R A 1、地点 R A 2、地点 R A 3 の軌跡を描いて移動する。なお、図 3 においては、緊急停止時のロボットハンド 10 の軌跡について説明する。

【0042】

また、作業員 2 は、ロボット 1 へ向かって (作業員進行方向)、地点 S A 1、地点 S A 2、地点 S A 3 の軌跡を描いて移動する。なお、地点 R A 1 と地点 S A 1、地点 R A 2 と地点 S A 2、地点 R A 3 と地点 S A 3 は、ロボット 1 と作業員 2 のそれぞれ同時刻の位置を示している。

【0043】

10

20

30

40

50

なお、停止時相対距離とは、ロボットハンド10が停止したと想定される時点での、ロボットハンド10（ロボット1）と作業員2との相対距離である。

【0044】

ロボット1は、地点RA1では速度 v_{r1} 、地点RA2では速度 v_{r2} 、地点RA3では速度 v_{r3} で、移動している。速度の大小関係は、 $v_{r1} > v_{r2} > v_{r3} (= 0)$ となる。作業員2は、地点SA1では速度 v_{s1} 、地点SA2では速度 v_{s2} 、地点SA3では速度 v_{s3} で、移動している。なお、速度 v_{s1} 、速度 v_{s2} 、速度 v_{s3} は可変であるが、一定であっても良い。

【0045】

コントローラ3は、地点RA1で、ロボットハンド10の緊急停止を行ったとした場合に、作業員2との停止時相対距離を算出する。なお、ロボットハンド10は、地点RA3で停止すると仮定する。

10

【0046】

地点RA1において、コントローラ3は、速度 v_{r1} で移動するロボットハンド10に緊急停止をかけたと想定する。

【0047】

ロボットハンド10は、緊急停止をかけたにもかかわらず、ロボットハンド10の慣性のため、地点RA2において停止せず、速度 v_{r1} から減速する。例えば、速度 v_{r1} から減速し、速度 v_{r2} を介してさらに減速する。

【0048】

ロボットハンド10は、地点RA3において、速度 v_{r2} より遅い速度、すなわち速度が0となる速度 v_{r3} となり、停止する。

20

【0049】

地点RA3におけるロボットハンド10の位置、地点SA3の作業員2の位置から、算出された距離が停止時相対距離である。

【0050】

図2に示した構成によって算出した相対的な位置関係と、図3に示した方法によって算出した停止時相対距離を用いた、センサとコントローラの制御の流れについて、図4のフローチャートを用いて、説明する。なお、センサ15は、ロボットハンド10の一面に取り付けられており、ロボットハンド10は、常に作業員2の侵入方向に向くよう制御されているものとし、作業員2の侵入方向は限定されているものとする。

30

【0051】

センサ15は、作業員2との相対距離を取得する(S1)。また、センサ15は、作業員2との相対速度を取得する。

【0052】

コントローラ3は、緊急停止時の相対距離を推定する(S2)。緊急停止時の相対距離とは、現状の相対距離、相対速度で、緊急停止を行った場合に、ロボットハンド10が停止した時のロボットハンド10と作業員2の距離である。すなわち、ロボット1と作業員2がある地点に向かって前進している場合、ある任意の時点で、緊急停止を行った場合を推定して算出する距離である。これが停止時相対距離となる。

40

【0053】

例えば、ロボット1の先端、すなわち、ロボットハンド10に取り付けられたセンサ15と、作業員2の相対距離と相対速度を算出する。この時点で、緊急停止を行った場合、ロボットハンド10は減速するが、作業員2は減速しないものとして、ロボットハンド10が停止した場合の、ロボットハンド10と作業員2との距離を算出する。

【0054】

停止時相対距離が正の値である場合(S3: Yes)、コントローラ3は、停止時相対距離が、予め定められた停止距離PDよりも小さいかどうかを判断する(S4)。停止時相対距離が正の値であるとは、現時点で緊急停止した場合のロボットハンド10と作業員2が衝突しない距離が存在するということである。

50

【 0 0 5 5 】

停止時相対距離が、停止距離 $P D$ よりも小さい場合 ($S 4 : Y e s$)、コントローラ 3 は、ロボット 1 に対して、ロボットハンド 1 0 の移動方向を維持したまま減速する ($S 5$)。すなわち、ロボットハンド 1 0 は、ロボットハンド 1 0 の軌跡を維持したまま減速する。停止時相対距離が、停止距離 $P D$ よりも小さいということは、当該相対速度を保ったまま、ロボット 1 と作業員 2 が移動すると、ロボットハンド 1 0 と作業員 2 が近接するということである。

【 0 0 5 6 】

この際、減速する速度は、停止時相対距離 $> P D$ の条件を満たすように設定される。

【 0 0 5 7 】

コントローラ 3 は、再度、相対位置、相対速度を取得して、停止時相対距離が、停止距離 $P D$ よりも小さいかどうかを判断する ($S 6$)。停止時相対距離が、停止距離 $P D$ よりも小さい場合 ($S 6 : Y e s$)、ロボットを緊急停止する ($S 7$)。

【 0 0 5 8 】

停止時相対距離が正の値でない場合 ($S 3 : N o$)、コントローラ 3 は、ロボットハンド 1 0 を緊急停止する ($S 7$)。

【 0 0 5 9 】

停止時相対距離が、停止距離 $P D$ よりも大きい場合 ($S 4 : N o$)、ロボット 1 と作業員 2 の距離が十分あると判断し、ロボットが加速可能な速度まで加速、もしくは一定速度で移動し ($S 1 1$)、再度相対速度を取得する ($S 1$)。

【 0 0 6 0 】

停止時相対距離が、停止距離 $P D$ よりも大きい場合 ($S 6 : N o$)、再度、相対速度を取得する ($S 1$)。

【 0 0 6 1 】

このことによって、ロボット 1 と、作業員 2 とは、衝突せず、安全な協調作業を行うことができる。また、ロボットの可動部と移動体との衝突を防げる距離を従来の構成よりも小さくできる。

【 0 0 6 2 】

なお、上述のフローを用いた説明では、ロボット 1 と作業員 2 の相対距離、相対速度を検知することを前提に説明を行ったが、相対距離のみを取得する場合には、相対距離の微分を行うことにより、相対速度を取得することができる。

【 0 0 6 3 】

また、センサ 1 5 が相対速度を取得する場合は、ドップラーセンサを用いるとよい。

【 0 0 6 4 】

なお、上述の相対速度は、具体的に次のように算出される。以下の説明においては、2次元の相対速度を用いる場合を例とする。

【 0 0 6 5 】

図 5 (A)、図 5 (B) を用いて、ロボットの可動時における、ロボットと作業員の相対速度を算出する概要を示す。図 5 (A)、図 5 (B) における、ロボットは、例えば、垂直多関節ロボットである。

【 0 0 6 6 】

図 5 (A) は、ロボット 1 と、作業員 2 との側面概要図である。図 5 (B) は、ロボット 1 と、作業員 2 を天面からみた概要図である。

【 0 0 6 7 】

図 5 (A) に示すように、ロボットハンド 1 0 を作業員 2 に向かって進行方向に移動させた場合のセンサ 1 5 で検知した相対速度ベクトルを $V t$ とする。

【 0 0 6 8 】

ロボット 1 の固定されているロボット基台 2 0 (支点 1 2) と、作業員 2 を直線で結んだ軸を X 軸とする。 X 軸に直交する軸を Y 軸とする。相対速度ベクトル $V t$ と、 X 軸との角度を θ とする。このことによって、ロボット 1 におけるセンサ 1 5 の作業員 2 に対

10

20

30

40

50

する相対速度 V_x を算出する式は、 $V_x = V_t \times \cos \theta_1$ となる。

【0069】

ロボット1と作業者2とを結ぶ方向の相対速度 V_x を算出できることによって、緊急停止を行う際に最も有効な相対速度を算出でき、ロボットとヒトとの協調作業の安全性を向上できる。

【0070】

図6(A)、図6(B)を用いて、ロボットの可動時における、ロボットと作業者(ヒト)の相対速度を算出する概要を示す。図6(A)、図6(B)における、ロボットは、例えば、水平多関節ロボットである。

【0071】

図6(A)は、ロボット1と、作業者2との側面概要図である。図6(B)は、ロボット1と、作業者2を天面からみた概要図である。

【0072】

図6(A)に示すように、ロボットハンド10を作業者2に向かって回転方向に回転させた場合のセンサ15で検知した相対速度ベクトルを V_t2 とする。

【0073】

図6(B)を用いて、ロボットハンド10を作業者2に向かって回転方向に移動させた場合、天面方向から見る場合について図6(A)の相対速度ベクトル V_t2 を用いて説明する。

【0074】

ロボット1の固定されているロボット基台20(支点12)と、作業者2を直線で結んだ軸をX軸とする。X軸に直交する軸をY軸とする。相対速度ベクトル V_t と、X軸の間の角度を θ_2 とする。このことによって、ロボット1におけるセンサ15の作業者2に対する相対速度 V_x を算出する式は、 $V_x = V_t2 \times \cos \theta_2$ となる。

【0075】

回転方向にロボットハンド10が移動する場合でも、ロボットハンド10と作業者2とを結ぶ方向の相対速度 V_x を算出できることによって、より正確な相対速度を算出でき、ロボットとヒトとの協調作業の安全性を向上できる。

【0076】

上述した構成を用いることにより、ロボットの可動部と移動体との衝突を防げる距離を大きくすることなく、ロボットと作業者が、より安全に協調作業を行うことができる。また、ロボットが緊急停止をする場合の従来のように予め規定した危険判断に基づく距離よりも、ロボットと作業者の間の距離が短くなった時であるため、ロボットの不要な停止が発生せず、生産性を高く維持することができる。

【0077】

また、上述の説明では、ロボットと作業者の間の距離が、予め規定した危険判断に基づく距離よりも十分に存在する場合は、ロボットの速度を加速することができるため、不要な効率低下が抑制される。

【0078】

なお、上述の説明では、制御部において、停止時相対距離、相対速度を算出する方法について説明した。しかしながら、相対距離、相対速度は、検知部において算出されても良い。

【0079】

また、他の安全防護策が不要となるため、ロボットと作業者を保護するための追加投資(部材費、設計、メンテナンス工数)を削減することができる。

【0080】

なお、上述の例では、ロボットの先端(上述の例では、ロボットハンド)に、センサを取り付けることによって、ロボットと作業者との相対速度を取得していた。しかしながら、ロボットの各支点(関節)にセンサを取り付けることによって、同様の効果を得られる。さらに、各支点(関節)のセンサで相対速度、もしくは、相対距離をセンシングする

10

20

30

40

50

ことによって、より詳細なセンシングデータを得られるため、より安全性を高めることができる。

【符号の説明】

【0081】

P D ... 停止距離

R A 1、R A 2、R A 3、S A 1、S A 2、S A 3 ... 地点

v r 1、v r 2、v r 3、v s 1、v s 2、v s 3 ... 速度

V t ... 相対速度ベクトル

V t 2 ... 相対速度ベクトル

V x ... 相対速度

1 ... ロボット

2 ... 作業者

3 ... コントローラ

3 A ... センシングデバイス接続部

3 B ... 制御部

3 C ... 出力部

1 0 ... ロボットハンド

1 1 ... ロボットアーム

1 2、1 2 A、1 2 B ... 支点

1 5 ... センサ

1 5 A ... センシング部

1 5 B ... 検知部

1 5 C ... コントローラ接続部

2 0 ... ロボット基台

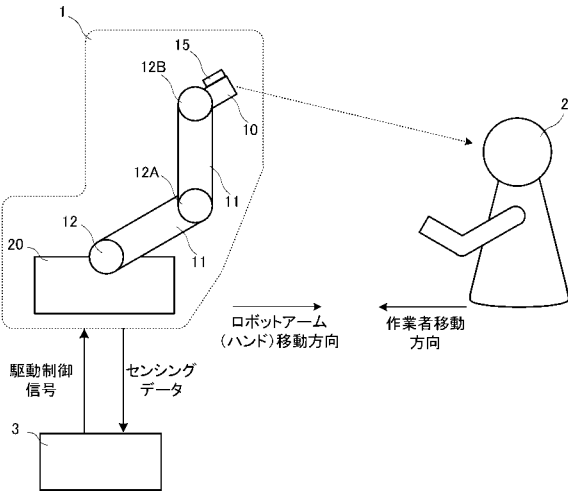
3 1 B ... 離間距離推定機能部

3 2 B ... 危険判断機能部

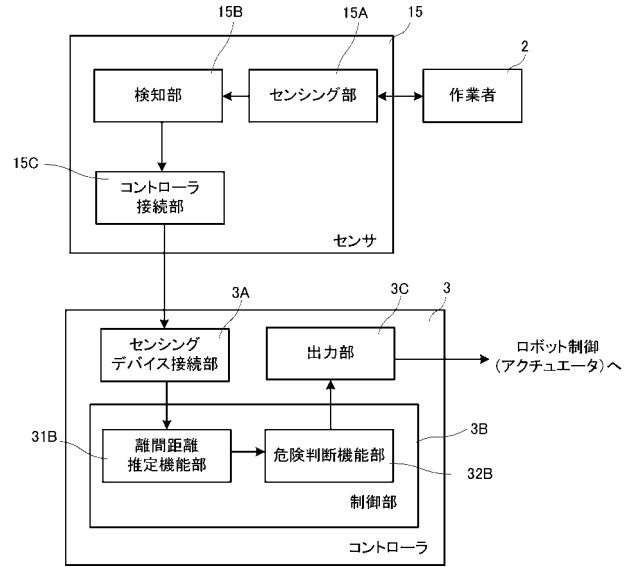
10

20

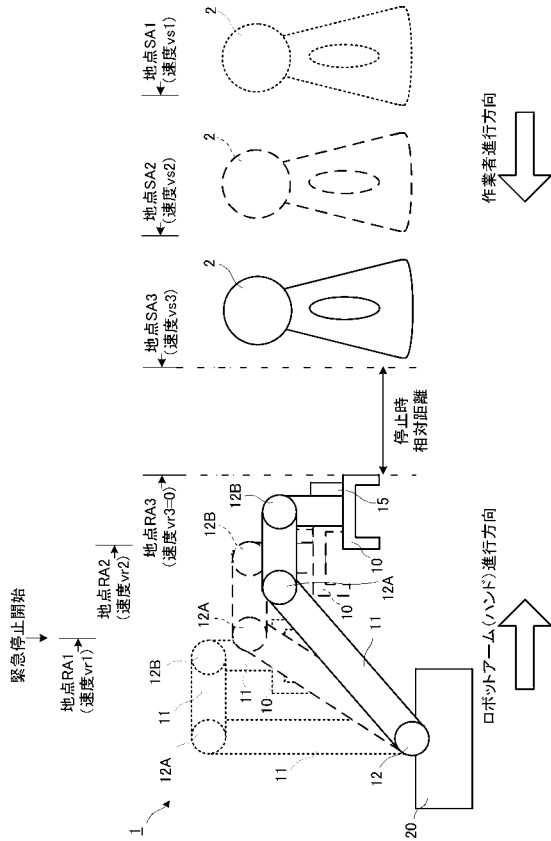
【図1】



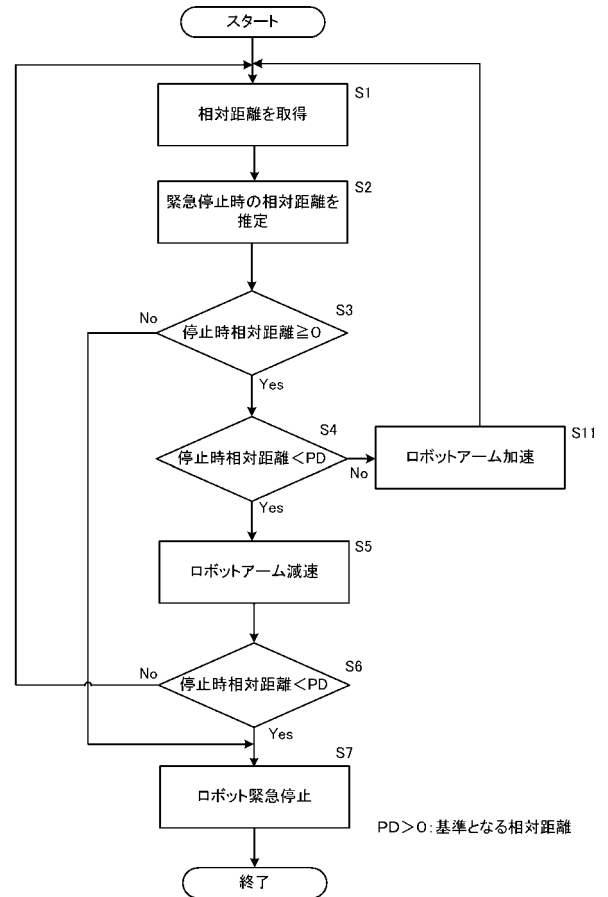
【図2】



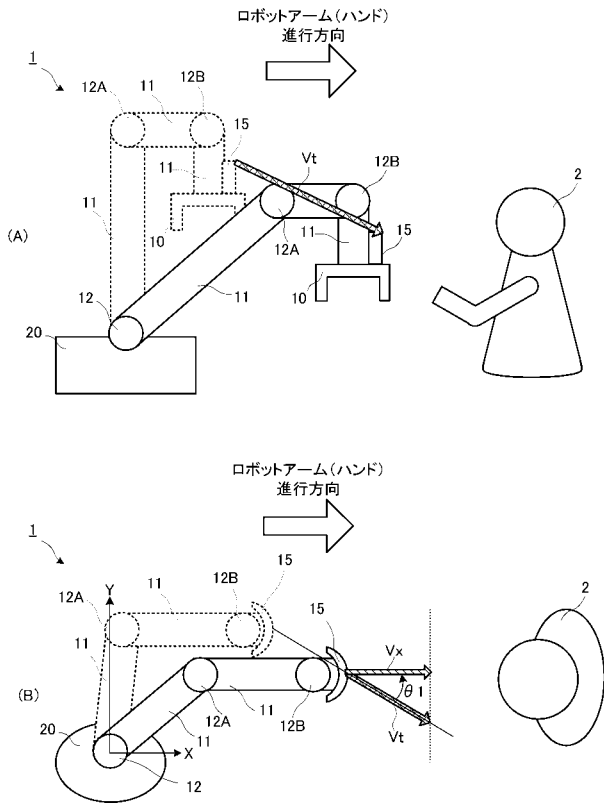
【図3】



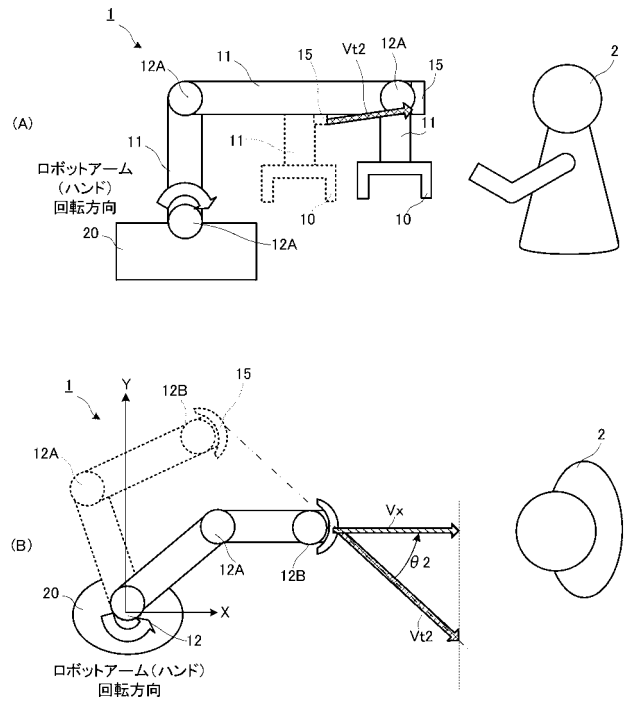
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 樋口 敏之
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 神園 大知
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 藤田 将己
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- Fターム(参考) 3C707 KS11 KX06 LU05 MS08 MS14 MS27