(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7207010号
(P7207010)

(45)発行日　令和5年1月18日(2023.1.18)

(24)登録日　令和5年1月10日(2023.1.10)

(51)国際特許分類
Ｂ２５Ｊ　19/06　(2006.01)

ＦＩ
Ｂ２５Ｊ　19/06

請求項の数　7　（全12頁）

(21)出願番号　特願2019-33589(P2019-33589)
(22)出願日　平成31年2月27日(2019.2.27)
(65)公開番号　特開2020-138247(P2020-138247A)
(43)公開日　令和2年9月3日(2020.9.3)
審査請求日　令和3年11月12日(2021.11.12)

(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
(74)代理人　110000028
弁理士法人明成国際特許事務所
(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
審査官　臼井　卓巳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ロボットシステム及びその制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ロボットと、前記ロボットを制御する制御部と、前記ロボットの動作を監視する監視部と、を備えるロボットシステムであって、

前記監視部は、物体を検出する物体検出装置と接続する第１センサーポートを有し、

前記制御部は、前記ロボットの変位速度が第１速度を超えないモードである第１モードと、前記変位速度が前記第１速度よりも速い第２速度を超えないモードである第２モードと、のいずれかで前記ロボットを制御可能であり、

前記物体検出装置の前記第１センサーポートへの接続が、前記監視部によって確認された場合には、前記制御部は前記物体検出装置からの出力に基づいて前記第１モードまたは前記第２モードのいずれかで前記ロボットを制御し、

前記物体検出装置の前記第１センサーポートへの接続が、前記監視部によって確認されない場合には、前記制御部は前記第１モードで前記ロボットを制御する、ロボットシステム。

【請求項２】

請求項１に記載のロボットシステムであって、

前記監視部は、前記物体検出装置の前記第１センサーポートへの接続を確認した場合に、前記物体検出装置の異常検知を行い、

前記監視部が前記物体検出装置の異常を検出した場合、前記制御部は前記第１モードで前記ロボットを制御する、ロボットシステム。

【請求項３】
請求項１又は２に記載のロボットシステムであって、
前記物体検出装置による前記物体の検出は、前記ロボットと前記物体との距離に基づいて行われ、
前記ロボットと前記物体との距離が、予め定められた距離閾値以下の場合、前記制御部は前記第１モードで前記ロボットを制御し、
前記ロボットと前記物体との距離が、前記予め定められた距離閾値より大きい場合、前記制御部は前記第２モードで前記ロボットを制御する、ロボットシステム。
【請求項４】
請求項１～３のいずれか一項に記載のロボットシステムであって、
前記ロボットには、力を検出する力検出部が設けられ、
前記第１モードにおいて、前記制御部は、前記力検出部からの出力に基づいて、前記変位速度を減速または前記ロボットを停止する、ロボットシステム。
【請求項５】
請求項１～４のいずれか一項に記載のロボットシステムであって、
前記監視部は、更に、前記物体検出装置または他の物体検出装置と接続する第２センサーポートを有し、
前記物体検出装置の前記第１センサーポートへの接続が、前記監視部に確認されておらず、かつ、前記物体検出装置または前記他の物体検出装置の前記第２センサーポートへの接続が、前記監視部に確認された場合に、前記第１モードで前記ロボットを制御する、ロボットシステム。
【請求項６】
請求項５に記載のロボットシステムであって、
前記他の物体検出装置は、安全扉の開閉センサーであり、
前記第１センサーポートには、前記物体検出装置が接続されており、
前記第２センサーポートには、前記開閉センサーが接続されている、ロボットシステム。
【請求項７】
ロボットと、前記ロボットを制御する制御部と、前記ロボットの動作を監視する監視部と、を備えるロボットシステムの制御方法であって、
前記監視部は、物体を検出する物体検出装置と接続する第１センサーポートを有しており、
前記制御部は、前記ロボットの変位速度が第１速度を超えないモードである第１モードと、前記変位速度が前記第１速度よりも速い第２速度を超えないモードである第２モードと、のいずれかで前記ロボットを制御可能であり、
前記物体検出装置の前記第１センサーポートへの接続が、前記監視部によって確認された場合には、前記制御部は前記物体検出装置からの出力に基づいて前記第１モードまたは前記第２モードのいずれかで前記ロボットを制御し、
前記物体検出装置の前記第１センサーポートへの接続が、前記監視部によって確認されない場合には、前記制御部は前記第１モードで前記ロボットを制御する、制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、ロボットシステム及びその制御方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１には、ロボットの運転モードとして、人がロボットの近くに存在する状態で使用する協調モードと、人がロボットの近くに存在しない状態で使用する自動モードとを選択可能なロボットシステムが記載されている。２つのモードの切り替えは、ロボットのユーザーによって行われる。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００３】
【文献】特開平９－２７２０９６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、上述した従来技術では、ユーザーによってロボットのモードの切り替えが行われるので、協調モードとは異なるモードに設定された場合、物体がロボットに近接したときに物体とロボットが干渉する可能性があった。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本開示の一形態によれば、ロボットと、前記ロボットを制御する制御部と、前記ロボットの動作を監視する監視部と、を有する制御装置を備えるロボットシステムが提供される。前記監視部は、物体を検出する物体検出装置と接続する第１センサーポートを有する。前記制御部は、前記ロボットの変位速度が第１速度を超えないモードである第１モードと、前記変位速度が前記第１速度よりも速い第２速度を超えないモードである第２モードと、のいずれかで前記ロボットを制御可能であり、前記物体検出装置の前記第１センサーポートへの接続が、前記監視部によって確認された場合には、前記制御部は前記物体検出装置からの出力に基づいて前記第１モードまたは前記第２モードのいずれかで前記ロボットを制御し、前記物体検出装置の前記第１センサーポートへの接続が、前記監視部によって確認されない場合には、前記制御部は前記第１モードで前記ロボットを制御する。
【図面の簡単な説明】
【０００６】
【図１】ロボットシステムの構成例の説明図。
【図２】制御装置の機能ブロック図。
【図３】複数のプロセッサーを有する制御装置の一例を示す概念図。
【図４】複数のプロセッサーを有する制御装置の他の例を示す概念図。
【図５】監視部を用いたロボットの制御手順を示すフローチャート。
【発明を実施するための形態】
【０００７】
図１は、ロボットシステムの一例を示す説明図である。このロボットシステムは、ロボット１００と、制御装置２００と、を備える。ロボット１００の作業領域の周囲は、安全柵ＣＧで囲われている。安全柵ＣＧには、人が出入り可能な安全扉ＤＲが設けられている。
【０００８】
ロボット１００は、アーム１１０と、基台１２０とを備えている。アーム１１０は、６つの関節Ｊ１～Ｊ６で順次接続されている。アーム１１０の先端部には、エンドエフェクター１５０が装着されている。本実施形態では、アーム１１０が６つの関節Ｊ１～Ｊ６を有する６軸ロボットを例示しているが、１個以上の関節を有する任意のアーム機構を有するロボットを用いることが可能である。
【０００９】
このロボットシステムには、センサー類として、物体検出装置３１０と、ライトカーテン３２０と、安全扉センサー３３０と、力検出部３５０とが設けられている。これらのセンサー類の検出信号は、制御装置２００に供給される。物体検出装置３１０は本開示の「物体検出装置」に相当し、ライトカーテン３２０と安全扉センサー３３０は本開示の「他の物体検出装置」に相当する。なお、物体検出装置３１０以外のセンサー類の一部又は全部は省略可能である。
【００１０】
物体検出装置３１０は、ロボット１００に近接する人などの物体を検出するセンサーである。物体検出装置３１０としては、例えば、ミリ波レーダーやレーザーレンジセンサーのように、ロボット１００から物体までの距離を測定可能な近接センサーを使用可能であ

る。物体検出装置３１０は、予め定められた距離閾値以下に物体が接近すると、物体が接近したことを示す出力信号を制御装置２００に供給するように構成してもよい。物体検出装置３１０で検出対象となる物体は、ロボット１００の作業対象であるワーク以外の物体である。物体検出装置３１０は、ロボット１００の周囲を３６０度の全範囲にわたって物体の接近を検出するように、複数のセンサー素子が基台１２０の周囲に設けられた構成を有していてもよい。物体検出装置３１０には、物体検出装置３１０に異常が発生しているか否かを検出するための図示しない異常センサーが設けられていることが好ましい。物体検出装置３１０に異常が発生している場合には、その旨が制御装置２００に通知される。

【００１１】

ライトカーテン３２０は、安全扉ＤＲを通過する物体を検出する光学式センサーである。なお、１台以上のライトカーテン３２０をロボット１００の周囲に設置することによって、ロボット１００に近接する物体を検出するようにしてもよい。

【００１２】

安全扉センサー３３０は、安全扉ＤＲの開閉状態を検出する開閉センサーである。

【００１３】

力検出部３５０は、アーム１１０に加えられる外力を計測するセンサーである。力検出部３５０は、アーム１１０の基端、すなわち、第１関節Ｊ１の基台１２０側に設けられている。この配置は、力検出部３５０がアーム１１０のあらゆる部位に加えられた力を検出できる点で好ましい。力検出部３５０としては、例えば６軸の力覚センサーを使用可能であるが、より少ない方向の力を検出するセンサーを使用してもよい。また、力検出部３５０を第１関節Ｊ１の基端側に設ける代わりに、他の１つ以上の関節に力検出部としての力センサーを設けても良い。

【００１４】

図２は、制御装置２００の機能を示すブロック図である。制御装置２００は、プロセッサー２１０と、監視部２２０と、メモリー２３０と、表示装置２６０と、入力装置２７０とを有する。表示装置２６０と入力装置２７０は、ロボット１００のユーザーの操作デバイスとして使用される。

【００１５】

メモリー２３０には、プロセッサー２１０の各種の機能を実現するプログラム命令２３２と、ロボット１００の作業を記述した制御プログラム２３４が格納されている。プロセッサー２１０は、プログラム命令２３２を実行することによって、ロボット１００を制御するロボット制御部２４０としての機能を実現する。

【００１６】

監視部２２０は、ロボット１００の周囲を監視し、その監視結果をプロセッサー２１０に通知する機能を有する。監視部２２０は、例えば、１つ以上の電子部品を搭載したプリント基板として実装可能である。監視部２２０は、必須センサーポートＣＰ１と、任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３とを有する。本開示において、必須センサーポートＣＰ１には、物体検出装置３１０が接続されており、任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３には、ライトカーテン３２０と安全扉センサー３３０とがそれぞれ接続されている。必須センサーポートＣＰ１は、監視部２２０に物体検出装置３１０を接続するための必須の接続部であり、本開示の「第１接続部」に相当する。任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３は、監視部２２０には必須では無い接続部であり、本開示の「第２接続部」に相当する。任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３のいずれかに、必須センサーポートＣＰ１に接続される物体検出装置３１０と同じ種類の物体検出装置を接続するようにしてもよい。また、任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３の一部又は全部を省略してもよい。図２において、力検出部３５０の検出信号は、監視部２２０を介さずにプロセッサー２１０に供給されているが、この代わりに、監視部２２０を介してプロセッサー２１０に供給されるようにしてもよい。

【００１７】

制御装置２００の構成としては、図２に示した構成以外の種々の構成を採用することが可能である。例えば、プロセッサー２１０とメモリー２３０を図１の制御装置２００から

削除し、この制御装置２００と通信可能に接続された他の装置にプロセッサー２１０とメモリー２３０を設けるようにしてもよい。この場合には、当該他の装置と制御装置２００とを合わせた装置全体が、ロボット１００の制御装置として機能する。他の実施形態では、制御装置２００は、２つ以上のプロセッサー２１０を有していてもよい。更に他の実施形態では、制御装置２００は、互いに通信可能に接続された複数の装置によって実現されていてもよい。これらの各種の実施形態において、制御装置２００は、１つ以上のプロセッサー２１０を備える装置又は装置群として構成される。

【００１８】

図３は、複数のプロセッサーによってロボットの制御装置が構成される一例を示す概念図である。この例では、ロボット１００及びその制御装置２００の他に、パーソナルコンピューター５１０，５２０と、ＬＡＮなどのネットワーク環境を介して提供されるクラウドサービス５００とが描かれている。パーソナルコンピューター５１０，５２０は、それぞれプロセッサーとメモリーとを含んでいる。また、クラウドサービス５００においてもプロセッサーとメモリーを利用可能である。これらの複数のプロセッサーの一部又は全部を利用して、ロボット１００の制御装置を実現することが可能である。

【００１９】

図４は、複数のプロセッサーによってロボットの制御装置が構成される他の例を示す概念図である。この例では、ロボット１００の制御装置２００が、ロボット１００の中に格納されている点が図３と異なる。この例においても、複数のプロセッサーの一部又は全部を利用して、ロボット１００の制御装置を実現することが可能である。

【００２０】

ロボット制御部２４０によるロボット１００の制御モードとしては、以下で説明する人協働モードと通常モードとを使用可能である。人協働モードは本開示の「第１モード」に相当し、通常モードは「第２モード」に相当する。

【００２１】

＜人協働モード＞

人協働モードにおいて、ロボット制御部２４０は、ロボット１００とロボット１００に接近する物体とが接触することを想定して、ロボット１００を低速動作で制御する。具体的には、人協働モードでは、アーム１１０の最大変位速度が予め設定された第１速度以下に制限される。「最大変位速度」とは、アーム１１０とエンドエフェクター１５０の任意の部位における移動速度の最大値を意味する。通常は、アーム１１０の先端の移動速度と、エンドエフェクター１５０の先端の移動速度と、関節の移動速度と、のうちのいずれかが最大変位速度となる。人協働モードにおける最大変位速度の上限値である第１速度は、例えば、１００ｍｍ／秒以上５００ｍｍ／秒の範囲に値に設定される。人協働モードは、ロボット１００の変位速度が第１速度を超えないモードに相当する。人協働モードにおいて、監視部２２０は、ロボット１００の最大変位速度が第１速度以下である低速動作で制御されていることの監視と、力検出部３５０を使用したロボット１００と物体との接触が検知された時のロボット１００の減速又は停止の指示と、を実行する。ロボット１００の最大変位速度は、アーム１１０の各関節Ｊ１～Ｊ６に設置されている図示しないエンコーダーの検出信号から算出可能である。力検出部３５０を使用したロボット１００と物体との接触の有無は、例えば、力検出部３５０で検出された力が予め定められた力閾値を超えたか否かに応じて判定することができる。力閾値は、ロボット１００の作業において予め想定される力の上限値以上の値に設定される。人協働モードでは、力検出部３５０で予期しない力が検出されたときにロボット１００に物体が接触したものと判定して、ロボット１００を減速または停止できるので、人などの物体とロボット１００の干渉が発生する可能性を低減できる。

【００２２】

＜通常モード＞

通常モードでは、ロボット制御部２４０は、ロボット１００とロボット１００に接近する物体とが接触しないことを想定して、ロボット１００を高速動作で制御する。通常モー

ドでは、アーム１１０の最大変位速度が、人協働モードにおける第１速度よりも速い第２速度以下に制限される。通常モードにおける最大変位速度の上限値である第２速度は、例えば、５００mm／秒以上３０００mm／秒の範囲に値に設定される。通常モードは、ロボット１００の変位速度が第１速度よりも速い第２速度であるモードに相当する。通常モードにおいて、監視部２２０は、ロボット１００の最大変位速度が第２速度以下である高速動作で制御されていることの監視を行う。また、通常モードでは、監視部２２０は、ロボット１００と物体との接触の有無の監視を行う必要は無い。

【００２３】

人協働モードと通常モードの選択は、以下の段階的な規則に従って実行される。

Ｃ１）物体検出装置３１０が必須センサーポートＣＰ１に接続されていない場合：

人協働モードが選択される。

Ｃ２）物体検出装置３１０が必須センサーポートＣＰ１に接続されている場合：

Ｃ２－１）物体検出装置３１０に異常が無い場合：

Ｃ２－１－１）予め定められた距離閾値以下に物体が接近した場合：

人協働モードが選択される。

Ｃ２－１－２）予め定められた距離閾値以下に物体が接近していない場合：

通常モードが選択される。

Ｃ２－２）物体検出装置３１０に異常がある場合：

人協働モードが選択される。

【００２４】

なお、上述した図２に示したように、任意センサーポートＣＰ３には、安全扉ＤＲの開閉センサーである安全扉センサー３３０が接続されている、上述したモードの選択規則は、任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３に接続されているセンサーによる検出結果に無関係に人協働モードと通常モードのいずれかが選択される。従って、安全扉ＤＲが開いている場合にも、必須センサーポートＣＰ１に物体検出装置３１０が接続されていて物体がロボット１００に近接していれば、人協働モードでロボット１００を制御することができる。この結果、安全扉ＤＲが開いている場合にも作業を継続することができ、生産性を向上できるという利点がある。

【００２５】

図５は、上述した規則に従ったロボット１００の制御手順を示すフローチャートである。この制御手順は、ステップＳ１１０において制御装置２００の電源がオンされてから、ステップＳ１６０において制御装置２００の電源がオフされるまで実行される。

【００２６】

制御装置２００の起動後、ステップＳ１２０では、監視部２２０が、必須センサーポートＣＰ１に物体検出装置３１０が接続されているかどうかを確認する。必須センサーポートＣＰ１に物体検出装置３１０が接続されていなければ、ステップＳ２１０に進み、必須センサーポートＣＰ１に物体検出装置３１０が未接続である旨をロボット制御部２４０に通知する。このとき、表示装置２６０に必須センサーポートＣＰ１に物体検出装置３１０が未接続である旨を表示して、ロボット１００のユーザーに通知してもよい。ステップＳ２２０では、監視部２２０が、ロボット制御部２４０に対して人協働モードで稼働することを指示する。ステップＳ２３０では、監視部２２０が、人協働モード監視でロボット１００およびロボット制御部２４０の監視を行い続ける。ここで、「人協働モード監視」とは、人協働モードに適した監視モードであり、人などの物体とロボット１００とが接触する可能性のあるケースを想定した監視モードである。具体的には、人協働モード監視では、ロボット１００の最大変位速度が第１速度以下である低速動作で制御されていることの監視と、力検出部３５０を用いたアーム１１０と物体との接触有無の監視とが行われる。

【００２７】

ステップＳ１２０における確認の結果、必須センサーポートＣＰ１に物体検出装置３１０が接続されていた場合には、ステップＳ１３０に進み、監視部２２０が、必須センサーポートＣＰ１に接続されている物体検出装置３１０の異常検知を行う。物体検出装置３１

０で異常が検出された場合は、ステップＳ１３５に進み、必須センサーポートＣＰ１の物体検出装置３１０で異常を検出した旨をロボット制御部２４０に通知する。このとき、表示装置２６０に物体検出装置３１０に異常がある旨を表示して、ロボット１００のユーザーに通知してもよい。ステップＳ１３５の後は、上述したステップＳ２２０，Ｓ２３０が実行される。

【００２８】

ステップＳ１３０における確認の結果、物体検出装置３１０で異常が検出されない場合は、ステップＳ１４０に進み、物体検出装置３１０を用いて、ロボット１００の周辺にロボット１００に接近する物体が存在するか無いかを確認する。ロボット１００に接近する物体が存在するか否かの判定は、例えば、ロボット１００と物体との距離が予め定められた距離閾値以下か否かに応じて実行することができる。ロボット１００に接近する物体が有ることを検出した場合は、ステップＳ３１０に進み、監視部２２０が、必須センサーポートＣＰ１に接続された物体検出装置３１０によってロボット１００に接近する物体が検出された旨をロボット制御部２４０に通知する。このとき、表示装置２６０にロボット１００に接近する物体が検出された旨を表示して、ロボット１００のユーザーに通知してもよい。ステップＳ３２０では、監視部２２０が、ロボット制御部２４０に対して人協働モードで稼働することを指示する。ステップＳ３３０では、監視部２２０が、人協働モード監視に切り替わる。

【００２９】

一方、ステップＳ１４０において、ロボット１００に接近する物体が無いことを検出した場合は、ステップＳ４１０に進み、物体検出装置３１０でロボット１００に接近する物体が無い旨をロボット制御部２４０に通知する。このとき、表示装置２６０にロボット１００に接近する物体が無い旨を表示して、ロボット１００のユーザーに通知してもよい。ステップＳ４２０では、監視部２２０が、ロボット制御部２４０に対して通常モードで稼働することを指示する。ステップＳ４３０では、監視部２２０の監視モードが、通常モード監視に切り替えられる。ここで、「通常モード監視」とは、通常モードに適した監視モードであり、人などの物体とロボット１００とが接触する可能性の無いケースを想定した監視モードである。具体的には、通常モード監視では、ロボット１００の最大変位速度が第１速度以下である低速動作で制御されていることの監視が行われるが、力検出部３５０を用いたアーム１１０と物体との接触有無の監視を行う必要は無い。

【００３０】

ステップＳ２３０，Ｓ３３０，Ｓ４３０の後には、ステップＳ１５０において、制御装置２００の電源オフが行われたか否かが確認される。制御装置２００の電源オフが行われない場合には、上述したステップＳ１３０に戻る。一方、制御装置２００に電源オフが行われた場合には、ステップＳ１６０において図５の手順を終了する。

【００３１】

なお、物体検出装置３１０が必須センサーポートＣＰ１に接続されておらず、かつ、物体検出装置３１０または他の物体検出装置が任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３のいずれかに接続されている場合には、人協働モードでロボット１００を制御するようにしてもよい。こうすれば、必須センサーポートＣＰ１に物体検出装置３１０が接続されておらず、任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３のいずれかに何らかの物体検出装置が接続されている場合にも、人協働モードでロボット１００を制御するので、人などの物体とロボット１００の干渉が発生する可能性をより確実に低減できる。

【００３２】

任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３に接続されたセンサー類を用いてロボット１００への物体の接近を検出する場合には、以下のようにモードの切り替えを実行してもよい。すなわち、任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３のいずれかに何らかの物体検出装置が接続されている場合は、任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３に接続された物体検出装置に異常があるか否かを確認する。その物体検出装置に異常があった場合には、任意センサーポートに接続されている物体検出装置で異常を検出した旨をロボット制御部２４０に通知し、監

視部２２０がロボット制御部２４０に対して人協働モードで稼働することを指示する。このとき、人協働モード監視でロボット１００およびロボット制御部２４０の監視を行い続けるようにしてもよい。一方、任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３に接続された物体検出装置に異常が無い場合には、必須センサーポートＣＰ１に接続された物体検出装置３１０による物体の検出結果と、任意センサーポートＣＰ２，ＣＰ３に接続された他の物体検出装置による物体の検出結果との論理和を用いて、人協働モードと通常モードとを切り替えるようにしてもよい。こうすれば、必須センサーポートＣＰ１に接続された物体検出装置３１０のみを使用する場合に比べて、ロボット１００に近接する物体を更に確実に検出することができるので、ロボット１００と物体との接触をより確実に防止できる。

【００３３】

以上のように、上述した実施形態では、物体検出装置３１０が必須センサーポートＣＰ１に接続されている場合に、人などの物体がロボットに近接していないときには通常モードでロボット１００を制御するので、生産性が低下する可能性を低減できる。一方、人などの物体がロボットに近接したときには、ロボット１００の変位速度が通常モードよりも小さな人協働モードでロボット１００を制御するので、物体とロボット１００の干渉が発生する可能性を低減できる。また、物体検出装置３１０が必須センサーポートＣＰ１に接続されていない場合にも人協働モードでロボット１００を制御するので、この場合にも物体とロボット１００の干渉が発生する可能性を低減できる。

【００３４】

また、上述した実施形態では、物体検出装置３１０に異常が生じた場合に人協働モードでロボット１００を制御するので、物体検出装置３１０が必須センサーポートＣＰ１に接続されていない場合と同様に、物体とロボット１００の干渉が発生する可能性を低減できる。

【００３５】

また、上述した実施形態では、物体検出装置３１０がロボット１００と物体との距離を検出し、その距離に基づいて人協働モードと通常モードとを切り替えるので、物体とロボットの距離が十分に小さいときにロボット１００の変位速度が小さな人協働モードで制御することができ、物体とロボット１００の干渉が発生する可能性を更に低減できる。

【００３６】

また、上述した実施形態では、人協働モードにおいて、力検出部３５０からの出力に基づいて、ロボット１００を減速または停止するので、力検出部３５０において予期しない力が検出されたときにロボット１００を減速または停止でき、物体とロボット１００の干渉が発生する可能性を更に低減できる。

【００３７】

本開示は、上述した実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実現することができる。例えば、本開示は、以下の形態（aspect）によっても実現可能である。以下に記載した各形態中の技術的特徴に対応する上記実施形態中の技術的特徴は、本開示の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、本開示の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

【００３８】

（１）本開示の第１の形態によれば、ロボットと、前記ロボットを制御する制御部を有する制御装置を備えるロボットシステムが提供される。前記制御装置は、物体を検出する物体検出装置と接続する第１接続部を有する。前記制御装置は、前記ロボットの変位速度が第１速度を超えないモードである第１モードと、前記変位速度が第１速度よりも速い第２速度である第２モードと、のいずれかで前記ロボットを制御可能であり、前記物体検出装置が前記第１接続部に接続されている場合には、前記物体検出装置からの出力に基づいて前記第１モードと前記第２モードとを切り替え可能であり、前記物体検出装置が前記第１接続部に接続されていない場合には、前記第１モードで前記ロボットを制御する。

このロボットシステムによれば、物体検出装置が監視部の第１接続部に接続されている場合には、人などの物体がロボットに近接したときにロボットの変位速度がより小さな第１モードで制御を行うので、物体とロボットの干渉が発生する可能性を低減できる。また、物体検出装置が監視部の第１接続部に接続されていない場合にも、第１モードでロボットを制御するので、この場合にも物体とロボットの干渉が発生する可能性を低減できる。

【００３９】

（２）上記ロボットシステムにおいて、前記制御装置は、前記物体検出装置の異常を示す信号が入力された場合は、前記第１モードで前記ロボットを制御するものとしてもよい。

このロボットシステムによれば、物体検出装置に異常が生じた場合に第１モードでロボットを制御するので、物体検出装置が第１接続部に接続されていない場合と同様に、物体とロボットの干渉が発生する可能性を低減できる。

【００４０】

（３）上記ロボットシステムにおいて、前記物体検出装置は、前記ロボットと前記物体との距離を検出し、前記制御装置は、前記距離に基づいて前記第１モードと前記第２モードとを切り替えるものとしてもよい。

このロボットシステムによれば、ロボットと物体の距離が十分に小さいときにロボットの変位速度がより小さな第１モードで制御を実行するので、物体とロボットの干渉が発生する可能性を低減できる。

【００４１】

（４）上記ロボットシステムにおいて、前記ロボットには、力を検出する力検出部が設けられ、

前記第１モードにおいて、前記制御部は、前記力検出部からの出力に基づいて、前記変位速度を減速または前記ロボットを停止するものとしてもよい。

このロボットシステムによれば、力検出部において予期しない力が検出されたときにロボットを減速または停止できるので、物体とロボットの干渉が発生する可能性を低減できる。

【００４２】

（５）上記ロボットシステムにおいて、前記制御装置は、更に、前記物体検出装置または他の物体検出装置と接続する第２接続部を有し、前記物体検出装置が前記第１接続部に接続されておらず、前記物体検出装置または前記他の物体検出装置が前記第２接続部に接続されている場合には、前記第１モードで前記ロボットを制御するものとしてもよい。

このロボットシステムによれば、監視部の第１接続部に物体検出装置が接続されておらず、第２接続部に何らかの物体検出装置が接続されている場合にも第１モードでロボットを制御するので、物体とロボットの干渉が発生する可能性を確実に低減できる。

【００４３】

（６）上記ロボットシステムにおいて、前記他の物体検出装置は、安全扉の開閉センサーであり、前記第１接続部には、前記物体検出装置が接続されており、前記第２接続部には、前記開閉センサーが接続されているものとしてもよい。

このロボットシステムによれば、安全扉が開いている場合にも、監視部の第１接続部に物体検出装置が接続されていて物体がロボットに近接していれば第１モードでロボットを制御することが可能なので、安全扉が開いている場合に作業を継続することができ、生産性を向上できる。

【符号の説明】

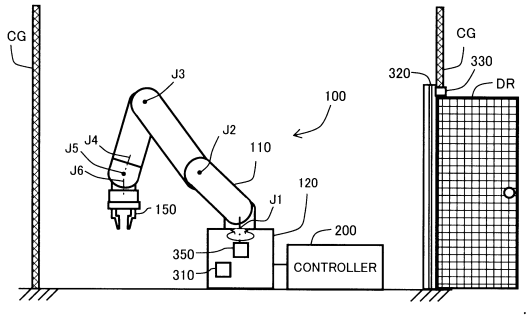
【００４４】

１００…ロボット、１１０…アーム、１２０…基台、１５０…エンドエフェクター、２００…制御装置、２１０…プロセッサー、２２０…監視部、２３０…メモリー、２３２…プログラム命令、２３４…制御プログラム、２４０…ロボット制御部、２６０…表示装置、２７０…入力装置、３１０…物体検出装置、３２０…ライトカーテン、３３０…安全扉センサー、３５０…力検出部、５００…クラウドサービス、５１０，５２０…パーソナルコンピューター

【図面】

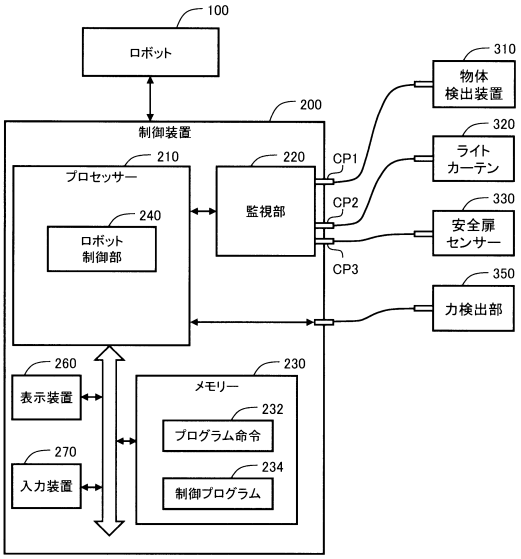
【図１】

Fig.1



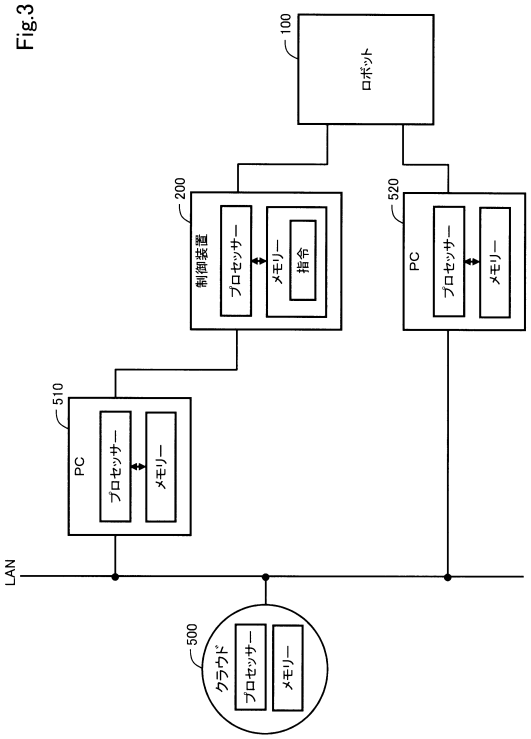
【図２】

Fig.2



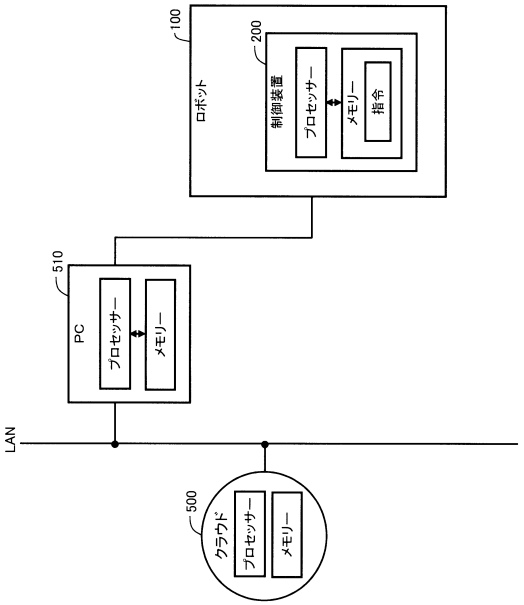
【図３】

Fig.3



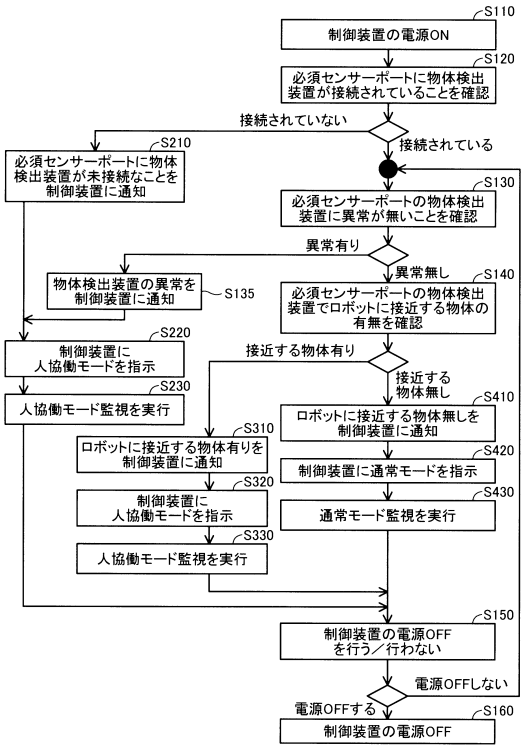
【図４】

Fig.4



【図５】

Fig.5


S110
制御装置の電源ON
S120
必須センサーポートに物体検出装置が接続されていることを確認
接続されていない
接続されている
S210
必須センサーポートに物体検出装置が未接続なことを制御装置に通知
S130
必須センサーポートの物体検出装置に異常が無いことを確認
異常有り
異常無し
物体検出装置の異常を制御装置に通知
S135
S140
必須センサーポートの物体検出装置でロボットに接近する物体の有無を確認
S220
制御装置に人協働モードを指示
接近する物体有り
接近する物体無し
S230
人協働モード監視を実行
S410
ロボットに接近する物体無しを制御装置に通知
S310
ロボットに接近する物体有りを制御装置に通知
S420
制御装置に通常モードを指示
S320
制御装置に人協働モードを指示
S430
通常モード監視を実行
S330
人協働モード監視を実行
S150
制御装置の電源OFFを行う／行わない
電源OFFしない
電源OFFする
S160
制御装置の電源OFF

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２０１８－１４９６７３（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２６７９９４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－０５１７３４（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１１８１４１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２０８００２（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１７／０２２５３３１（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２５Ｊ　９／１６－１９／０６