

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6859757号
(P6859757)

(45) 発行日 令和3年4月14日(2021.4.14)

(24) 登録日 令和3年3月30日(2021.3.30)

(51) Int.Cl. F I
B 2 5 J 13/00 (2006.01) B 2 5 J 13/00 Z

請求項の数 9 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2017-40667 (P2017-40667)	(73) 特許権者	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3月3日(2017.3.3)	(74) 代理人	110001195 特許業務法人深見特許事務所
(65) 公開番号	特開2018-144145 (P2018-144145A)	(72) 発明者	小河原 徹 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
(43) 公開日	平成30年9月20日(2018.9.20)	(72) 発明者	イゴール ジョバノビッチ 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
審査請求日	令和2年1月9日(2020.1.9)	(72) 発明者	ディエゴ エスクデロ 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】 制御システム、設定装置、設定方法、および設定プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロボットの制御システムであって、
 前記ロボットは、
 第1回転軸と、
 前記第1回転軸を中心として当該第1回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第1アームと、
 前記第1回転軸と平行に配置されており、前記第1アームに設けられている第2回転軸と、
 前記第2回転軸を中心として当該第2回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第2アームと、
 前記第2回転軸と平行な方向に駆動可能に構成され、前記第2アームに設けられている主軸とを含み、
 前記制御システムは、
 前記ロボット上の所定の注目点について二次元の動作禁止領域の設定を受け付けるためのユーザインターフェイスを提供する設定部を含み、前記二次元の動作禁止領域は、前記主軸に直交する平面上の領域に相当し、さらに、
 前記二次元の動作禁止領域を前記主軸の方向に拡張することで、前記二次元の動作禁止領域を三次元の動作禁止領域に拡張するための拡張部とを備え、
 前記ユーザインターフェイスにおいて設定可能な前記二次元の動作禁止領域の形状は、

10

20

2つの半径と円弧とで囲まれる扇形を含み、
前記ユーザインターフェイスは、
前記扇形の中心角の設定と、
前記第1回転軸から前記2つの半径の交点までの距離の設定と、
前記第1回転軸から前記交点に向かう方向の設定とを受け付け可能に構成されている
、制御システム。

【請求項2】

前記拡張部は、前記主軸に直交する任意の平面上における前記三次元の動作禁止領域の形状が前記扇形となるように、前記二次元の動作禁止領域を前記三次元の動作禁止領域に拡張する、請求項1に記載の制御システム。

10

【請求項3】

前記ユーザインターフェイスにおいて設定可能な前記二次元の動作禁止領域の形状は、多角形を含み、

前記拡張部は、前記主軸に直交する任意の平面上における前記三次元の動作禁止領域の形状が前記多角形となるように、前記二次元の動作禁止領域を前記三次元の動作禁止領域に拡張する、請求項1または2に記載の制御システム。

【請求項4】

前記拡張部は、前記主軸の方向における予め定められた下限値と、前記主軸の方向における予め定められた上限値との少なくとも一方に基づいて、前記主軸の方向における前記三次元の動作禁止領域の範囲を決定する、請求項1～3のいずれか1項に記載の制御システム。

20

【請求項5】

前記制御システムは、前記所定の注目点が前記三次元の動作禁止領域に含まれた場合に、前記ロボットの駆動を停止するための停止部を含む、請求項1～4のいずれか1項に記載の制御システム。

【請求項6】

前記停止部は、前記所定の注目点が予め定められた動作可能領域に含まれていない場合に、前記ロボットの駆動を停止する、請求項5に記載の制御システム。

【請求項7】

ロボットの動作の設定を行うための設定装置であって、

30

前記ロボットは、

第1回転軸と、

前記第1回転軸を中心として当該第1回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第1アームと、

前記第1回転軸と平行に配置されており、前記第1アームに設けられている第2回転軸と、

前記第2回転軸を中心として当該第2回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第2アームと、

前記第2回転軸と平行な方向に駆動可能に構成され、前記第2アームに設けられている主軸とを備え、

40

前記設定装置は、

前記ロボット上の所定の注目点について二次元の動作禁止領域の設定を受け付けるためのユーザインターフェイスを提供する設定部を備え、前記二次元の動作禁止領域は、前記主軸に直交する平面上の領域に相当し、さらに、

前記二次元の動作禁止領域を前記主軸の方向に拡張することで、前記二次元の動作禁止領域を三次元の動作禁止領域に拡張するための拡張部と、

前記三次元の動作禁止領域を前記ロボットのコントローラに送信するための通信部とを備え、

前記ユーザインターフェイスにおいて設定可能な前記二次元の動作禁止領域の形状は、
2つの半径と円弧とで囲まれる扇形を含み、

50

前記ユーザインターフェイスは、

前記扇形の中心角の設定と、

前記第 1 回転軸から前記 2 つの半径の交点までの距離の設定と、

前記第 1 回転軸から前記交点に向かう方向の設定とを受け付け可能に構成されている

、設定装置。

【請求項 8】

ロボットの動作を設定するための設定方法であって、

前記ロボットは、

第 1 回転軸と、

前記第 1 回転軸を中心として当該第 1 回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第 1 アームと、

前記第 1 回転軸と平行に配置されており、前記第 1 アームに設けられている第 2 回転軸と、

前記第 2 回転軸を中心として当該第 2 回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第 2 アームと、

前記第 2 回転軸と平行な方向に駆動可能に構成され、前記第 2 アームに設けられている主軸とを備え、

前記設定方法は、

前記ロボット上の所定の注目点について二次元の動作禁止領域の設定を受け付けるためのユーザインターフェイスを表示するステップを備え、前記二次元の動作禁止領域は、前記主軸に直交する平面上の領域に相当し、さらに、

前記二次元の動作禁止領域を前記主軸の方向に拡張することで、前記二次元の動作禁止領域を三次元の動作禁止領域に拡張するステップと、

前記三次元の動作禁止領域を前記ロボットのコントローラに送信するステップとを備え、

前記ユーザインターフェイスにおいて設定可能な前記二次元の動作禁止領域の形状は、2 つの半径と円弧とで囲まれる扇形を含み、

前記ユーザインターフェイスは、

前記扇形の中心角の設定と、

前記第 1 回転軸から前記 2 つの半径の交点までの距離の設定と、

前記第 1 回転軸から前記交点に向かう方向の設定とを受け付け可能に構成されている

、設定方法。

【請求項 9】

ロボットの動作を設定するための設定プログラムであって、

前記ロボットは、

第 1 回転軸と、

前記第 1 回転軸を中心として当該第 1 回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第 1 アームと、

前記第 1 回転軸と平行に配置されており、前記第 1 アームに設けられている第 2 回転軸と、

前記第 2 回転軸を中心として当該第 2 回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第 2 アームと、

前記第 2 回転軸と平行な方向に駆動可能に構成され、前記第 2 アームに設けられている主軸とを備え、

前記設定プログラムは、コンピュータに、

前記ロボット上の所定の注目点について二次元の動作禁止領域の設定を受け付けるためのユーザインターフェイスを表示するステップを実行させ、前記二次元の動作禁止領域は、前記主軸に直交する平面上の領域に相当し、

前記設定プログラムは、前記コンピュータに、さらに、

前記二次元の動作禁止領域を前記主軸の方向に拡張することで、前記二次元の動作禁

10

20

30

40

50

止領域を三次元の動作禁止領域に拡張するステップと、

前記三次元の動作禁止領域を前記ロボットのコントローラに送信するステップとを実行させ、

前記ユーザインターフェイスにおいて設定可能な前記二次元の動作禁止領域の形状は、2つの半径と円弧とで囲まれる扇形を含み、

前記ユーザインターフェイスは、

前記扇形の中心角の設定と、

前記第1回転軸から前記2つの半径の交点までの距離の設定と、

前記第1回転軸から前記交点に向かう方向の設定とを受け付け可能に構成されている、設定プログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、スカラロボットに対する動作の設定を行うための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

F A (Factory Automation) 分野において、スカラ (S C A R A : Selective Compliance Assembly Robot Arm) ロボットと呼ばれる水平多関節ロボットが普及している。スカラロボットとは、互いに連結している複数のアームが水平面上で動作する産業用ロボットの総称である。

20

【0003】

このようなロボットに関し、特開2012-254525号公報(特許文献1)は、「応答性能や位置決め精度を維持しつつ、その可動範囲を広く確保することのできる」スカラロボットを開示している。

【0004】

スカラロボットを安全に動作させることが望まれている。ロボットを安全に動作させるための技術に関し、特開平05-88743号公報(特許文献2)は、「動作可能か否か自動的に判別し、可動領域以外であればロボットを停止させて安全に作業ができる」産業用ロボットの制御装置を開示している。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-254525号公報

【特許文献2】特開平05-88743号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

スカラロボットは、P L Cなどのコントローラによって制御される。安全性を確保するために、コントローラは、スカラロボットのアームが予め設定されている動作禁止領域に侵入したに基づいて、スカラロボットの動作が異常であると判断する。当該判断処理は、逐次的に行われるため、動作禁止領域の形状が複雑である場合には、演算時間が想定よりも長くなってしまふ。したがって、スカラロボットの動作禁止領域を従来よりも簡略化して設定するための技術が望まれている。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

ある局面に従うと、ロボットの制御システムが提供される。上記ロボットは、第1回転軸と、上記第1回転軸を中心として当該第1回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第1アームと、上記第1回転軸と平行に配置されており、上記第1アームに設けられている第2回転軸と、上記第2回転軸を中心として当該第2回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第2アームと、上記第2回転軸と平行な方向に

50

駆動可能に構成され、上記第2アームに設けられている主軸とを含む。上記制御システムは、上記ロボット上の所定の注目点について二次元の動作禁止領域の設定を受け付けるためのユーザインターフェイスを提供する設定部を含み、上記二次元の動作禁止領域は、上記主軸に直交する平面上の領域に相当する。上記制御システムは、さらに、上記二次元の動作禁止領域を上記主軸の方向に拡張することで、上記二次元の動作禁止領域を三次元の動作禁止領域に拡張するための拡張部とを備える。

【0008】

好ましくは、上記ユーザインターフェイスにおいて設定可能な上記二次元の動作禁止領域の形状は、扇形を含む。上記拡張部は、上記主軸に直交する任意の平面上における上記三次元の動作禁止領域の形状が上記扇形となるように、上記二次元の動作禁止領域を上記三次元の動作禁止領域に拡張する。

10

【0009】

好ましくは、上記ユーザインターフェイスは、上記扇形の中心角の設定を受け付け可能に構成されている。

【0010】

好ましくは、上記ユーザインターフェイスにおいて設定可能な上記二次元の動作禁止領域の形状は、多角形を含む。上記拡張部は、上記主軸に直交する任意の平面上における上記三次元の動作禁止領域の形状が上記多角形となるように、上記二次元の動作禁止領域を上記三次元の動作禁止領域に拡張する。

【0011】

好ましくは、上記拡張部は、上記主軸の方向における予め定められた下限値と、上記主軸の方向における予め定められた上限値との少なくとも一方に基づいて、上記主軸の方向における上記三次元の動作禁止領域の範囲を決定する。

20

【0012】

好ましくは、上記制御システムは、上記所定の注目点が上記三次元の動作禁止領域に含まれた場合に、上記ロボットの駆動を停止するための停止部を含む。

【0013】

好ましくは、上記停止部は、上記所定の注目点が予め定められた動作可能領域に含まれていない場合に、上記ロボットの駆動を停止する。

【0014】

他の局面に従うと、ロボットの動作の設定を行うための設定装置が提供される。上記ロボットは、第1回転軸と、上記第1回転軸を中心として当該第1回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第1アームと、上記第1回転軸と平行に配置されており、上記第1アームに設けられている第2回転軸と、上記第2回転軸を中心として当該第2回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第2アームと、上記第2回転軸と平行な方向に駆動可能に構成され、上記第2アームに設けられている主軸とを備える。上記設定装置は、上記ロボット上の所定の注目点について二次元の動作禁止領域の設定を受け付けるためのユーザインターフェイスを提供する設定部を備え、上記二次元の動作禁止領域は、上記主軸に直交する平面上の領域に相当する。上記設定装置は、さらに、上記二次元の動作禁止領域を上記主軸の方向に拡張することで、上記二次元の動作禁止領域を三次元の動作禁止領域に拡張するための拡張部と、上記三次元の動作禁止領域を上記ロボットのコントローラに送信するための通信部とを備える。

30

40

【0015】

他の局面に従うと、ロボットの動作を設定するための設定方法が提供される。上記ロボットは、第1回転軸と、上記第1回転軸を中心として当該第1回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第1アームと、上記第1回転軸と平行に配置されており、上記第1アームに設けられている第2回転軸と、上記第2回転軸を中心として当該第2回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第2アームと、上記第2回転軸と平行な方向に駆動可能に構成され、上記第2アームに設けられている主軸とを備える。上記設定方法は、上記ロボット上の所定の注目点について二次元の動作禁止領域の設定

50

を受け付けるためのユーザインターフェイスを表示するステップを備える。上記二次元の動作禁止領域は、上記主軸に直交する平面上の領域に相当する。上記設定方法は、さらに、上記二次元の動作禁止領域を上記主軸の方向に拡張することで、上記二次元の動作禁止領域を三次元の動作禁止領域に拡張するステップと、上記三次元の動作禁止領域を上記ロボットのコントローラに送信するステップとを備える。

【0016】

他の局面に従うと、ロボットの動作を設定するための設定プログラムが提供される。上記ロボットは、第1回転軸と、上記第1回転軸を中心として当該第1回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第1アームと、上記第1回転軸と平行に配置されており、上記第1アームに設けられている第2回転軸と、上記第2回転軸を中心として当該第2回転軸と直交する平面上において回転可能に構成されている第2アームと、上記第2回転軸と平行な方向に駆動可能に構成され、上記第2アームに設けられている主軸とを備える。上記設定プログラムは、コンピュータに、上記ロボット上の所定の注目点について二次元の動作禁止領域の設定を受け付けるためのユーザインターフェイスを表示するステップを実行させる。上記二次元の動作禁止領域は、上記主軸に直交する平面上の領域に相当する。上記設定プログラムは、上記コンピュータに、さらに、上記二次元の動作禁止領域を上記主軸の方向に拡張することで、上記二次元の動作禁止領域を三次元の動作禁止領域に拡張するステップと、上記三次元の動作禁止領域を上記ロボットのコントローラに送信するステップとを実行させる。

【発明の効果】

【0017】

ある局面において、スカラロボットの動作禁止領域を従来よりも簡略化して設定することができる。

【0018】

本開示の上記および他の目的、特徴、局面および利点は、添付の図面と関連して理解される本発明に関する次の詳細な説明から明らかとなるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】第1の実施の形態に従う制御システムの構成例を示す模式図である。

【図2】第1の実施の形態に従うスカラロボットの側面図である。

【図3】第1の実施の形態に従うスカラロボットの平面図である。

【図4】第1の実施の形態に従う制御システムを構成する装置間でのデータの流れを示すシーケンス図である。

【図5】第1の実施の形態に従うユーザインターフェイスを示す図である。

【図6】第1の実施の形態における動作禁止領域の拡張処理を概念的に示す概念図である。

【図7】第1の実施の形態に従うスカラロボット上の注目点を表わす図である。

【図8】第1の実施の形態に従う設定装置およびコントローラの機能構成の一例を示す図である。

【図9】第1の実施の形態に従うサーボドライバの機能構成の一例を示す図である。

【図10】第1の実施の形態に従う設定装置の主要なハードウェア構成を示すブロック図である。

【図11】第1の実施の形態に従うコントローラのハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図12】第1の実施の形態に従う設定装置による設定工程を表わすフローチャートである。

【図13】実空間上における動作禁止領域の平面図を表わす。

【図14】図13のXIV-XIV線に沿った動作禁止領域の断面図を表わす。

【図15】第1の実施の形態に従うコントローラによって制御されるスカラロボットの作業工程を表わすフローチャートである。

【図16】第2の実施の形態に従うユーザインターフェイスを示す図である。

【図17】第2の実施の形態における動作禁止領域の拡張処理を概念的に示す概念図である。

【図18】第3の実施の形態に従うユーザインターフェイスを示す図である。

【図19】第3の実施の形態における動作禁止領域の拡張処理を概念的に示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照しつつ、本発明に従う各実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品および構成要素には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、これらについての詳細な説明は繰り返さない。なお、以下で説明される各実施の形態および各変形例は、適宜選択的に組み合わせられてもよい。

10

【0021】

<第1の実施の形態>

[A.システム構成]

まず、本実施の形態に従う制御システム1の構成例について説明する。図1は、本実施の形態に従う制御システム1の構成例を示す模式図である。

【0022】

図1を参照して、制御システム1は、設定装置100と、P L C (Programmable Logic Controller)などのコントローラ200と、複数のドライブ装置と、スカラロボット300とを含む。図1の例では、ドライブ装置の一例として、サーボモータ340A~340Dを駆動するサーボドライバ400A~400Dを例示する。以下では、サーボモータ340A~340Dを総称してサーボモータ340ともいう。サーボドライバ400A~400Dを総称してサーボドライバ400ともいう。ドライブ装置としては、サーボドライバ400に限定されることなく、被駆動装置であるモータに応じて、対応するドライブ装置が採用される。たとえば、誘導モータまたは同期モータを駆動する場合には、ドライブ装置として、インバータドライブなどが採用されてもよい。

20

【0023】

設定装置100は、たとえば、P C (Personal Computer)、タブレット端末、または、スマートフォンなどの端末装置である。設定装置100およびコントローラ200は、フィールドネットワークNW1に接続されている。フィールドネットワークNW1には、たとえば、E t h e r N E T (登録商標)が採用される。但し、フィールドネットワークNW1は、E t h e r N E Tに限定されず、任意の通信手段が採用され得る。たとえば、設定装置100およびコントローラ200は、信号線で直接接続されてもよい。

30

【0024】

コントローラ200およびサーボドライバ400は、デジチェーンでフィールドネットワークNW2に接続されている。フィールドネットワークNW2には、たとえば、E t h e r C A T (登録商標)が採用される。但し、フィールドネットワークNW2は、E t h e r C A Tに限定されず、任意の通信手段が採用され得る。一例として、コントローラ200およびサーボドライバ400は、信号線で直接接続されてもよい。また、コントローラ200およびサーボドライバ400は、一体的に構成されてもよい。

40

【0025】

サーボドライバ400は、スカラロボット300のサーボモータ340を駆動する。サーボモータ340の回転軸にはエンコーダ(図示しない)が配置されている。当該エンコーダは、サーボモータ340のフィードバック値として、サーボモータの位置、回転速度、累積回転数などをサーボドライバ400へ出力する。但し、サーボモータ340からのフィードバック値は、コントローラ200へ直接入力されてもよい。

【0026】

なお、図1には、制御システム1が1つのコントローラ200で構成されている例が示されているが、制御システム1は、複数のコントローラ200で構成されてもよい。また

50

、図1には、制御システム1が1つのスカラロボット300で構成されている例が示されているが、制御システム1は、複数のスカラロボット300で構成されてもよい。また、図1には、コントローラ200およびサーボドライバ400が直接的に接続されている例が示されているが、コントローラ200およびサーボドライバ400の間にロボットコントローラなどが設けられてもよい。

【0027】

[B . スカラロボットの装置構成]

図2および図3を参照して、スカラロボット300について説明する。図2は、スカラロボット300の側面図である。図3は、スカラロボット300の平面図である。

【0028】

スカラロボット300は、基台320と、第1回転軸322と、第1アーム324と、第2回転軸326と、第2アーム328と、第3回転軸330と、主軸331と、作業ツール332とを含む。

【0030】

基台320および第1アーム324は、第1回転軸322によって連結されている。第1回転軸322はサーボモータ340A(図1参照)によって回転駆動される。その結果、第1アーム324は、第1回転軸322を中心に回転駆動される。

【0031】

第1アーム324および第2アーム328は、第2回転軸326によって連結されている。より具体的には、第1アーム324の一端は、第1回転軸322を介して基台320に連結されており、第1アーム324の他端は、第2回転軸326を介して第2アーム328に連結されている。第2回転軸326は、サーボモータ340B(図1参照)によって回転駆動される。その結果、第2アーム328は、第2回転軸326を中心に回転駆動される。第1アーム324と第2アーム328とが連動して回転駆動されることで、第2アーム328は、動作可能領域AR1内で動作することができる。

【0032】

説明の便宜のために、以下では、水平面上における所定方向をX方向ともいう。また、水平面上においてX方向に直交する方向をY方向ともいう。X方向およびY方向に直交する方向をZ方向ともいう。すなわち、Z方向は、鉛直方向に相当する。

【0033】

主軸331は、サーボモータ340C(図1参照)によって、第2回転軸326と平行な方向(すなわち、Z方向)に駆動可能に構成される。また、主軸331は、第3回転軸として機能し、サーボモータ340D(図1参照)によって回転駆動される。すなわち、主軸331は、Z方向に平行に駆動可能に構成されるとともに、Z方向の軸を中心として回転可能に構成される。

【0034】

主軸331の先端には、ワークWに対して予め定められた作業を行うための作業ツール332が設けられている。ワークWは、製品または半製品である。作業ツール332は、ワークWに作用を及ぼすエンドエフェクタとして機能する。作業ツール332は、主軸331に取り外し可能に構成される。すなわち、主軸331の先端には、作業ツール332を接続するためのインターフェイスが設けられる。

【0035】

作業ツール332は、たとえば、ワークWのピックアップツールである。一例として、ピックアップツールは、吸引力を利用してワークWを吸着することでワークWをピックアップする。あるいは、ピックアップツールは、ワークWを把持することによりワークWをピックアップする。作業ツール332による作業の一例として、作業ツール332は、ネジなどのワークWを、コンベア上を搬送される製品に取り付ける作業を行う。あるいは、作業ツール332は、第1コンベア上を搬送されるワークWを、第2コンベア上を搬送される容器に順次移動する作業を行う。

【0036】

10

20

30

40

50

〔 C . 制御システム 1 の動作 〕

図 4 ~ 図 7 を参照して、制御システム 1 の動作の一例について説明する。図 4 は、制御システム 1 を構成する装置間でのデータの流れを示すシーケンス図である。

【 0 0 3 7 〕

図 4 に示されるように、制御システム 1 は、スカラロボット 3 0 0 の設定工程と、ワーク W に対して予め定められた作業を行うための作業工程とを含む。

【 0 0 3 8 〕

設定工程において、ユーザは、スカラロボット 3 0 0 の動作禁止領域をコントローラ 2 0 0 に対して設定する。詳細については後述するが、設定装置 1 0 0 は、Z 方向からスカラロボット 3 0 0 を表わした画像を表示し、ユーザは、当該画像に対して動作禁止領域を二次元で絵設定することができる。設定装置 1 0 0 は、設定された二次元の動作禁止領域を Z 方向に拡張することで、二次元の動作禁止領域を三次元の動作禁止領域に拡張する。その後、設定装置 1 0 0 は、三次元の動作禁止領域をコントローラ 2 0 0 に設定する。このように、ユーザは、動作禁止領域を二次元で設定することができ、動作禁止領域の設定操作が簡略化される。

【 0 0 3 9 〕

作業工程において、スカラロボット 3 0 0 は、ワークに対して予め定められた作業を行う。このとき、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 上の所定の注目点が動作禁止領域に侵入したか否かを監視する。当該注目点が動作禁止領域に侵入した場合には、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であると判断する。

【 0 0 4 0 〕

上述のように、三次元の動作禁止領域は、二次元の動作禁止領域を Z 方向に拡張したものであるため、三次元の動作禁止領域は単純な形状となる。そのため、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 上の注目点が三次元の動作禁止領域に含まれたか否かを即座に判断することができる。これにより、演算時間が大幅に短縮される。当該注目点が三次元の動作禁止領域に侵入した場合には、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の動作を停止する。

【 0 0 4 1 〕

以下では、設定装置 1 0 0 による設定工程と、スカラロボット 3 0 0 による作業工程について詳細に説明する。

【 0 0 4 2 〕

(C 1 . 設定工程)

まず、図 4 ~ 図 6 を参照して、設定装置 1 0 0 による設定工程について説明する。

【 0 0 4 3 〕

設定装置 1 0 0 には、スカラロボット 3 0 0 の動作設定を行うためのアプリケーションが予めインストールされている。ステップ S 1 0 において、ユーザは、当該アプリケーションを起動したとする。

【 0 0 4 4 〕

ステップ S 2 0 において、設定装置 1 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の動作設定を行うためのユーザインターフェイスを表示する。図 5 を参照して、当該ユーザインターフェイスの一例について説明する。図 5 は、スカラロボット 3 0 0 の動作設定を行うためのユーザインターフェイス 1 4 0 を示す図である。

【 0 0 4 5 〕

ユーザインターフェイス 1 4 0 は、スカラロボット 3 0 0 を概略的に表わす画像を表示する。当該画像は、Z 方向から見た場合のスカラロボット 3 0 0 を表わす。より具体的には、ユーザインターフェイス 1 4 0 は、基台 3 2 0 を表わす画像 3 2 0 A と、第 1 回転軸 3 2 2 を表わす画像 3 2 2 A と、第 1 アーム 3 2 4 を表わす画像 3 2 4 A と、第 2 回転軸 3 2 6 を表わす画像 3 2 6 A と、第 2 アーム 3 2 8 を表わす画像 3 2 8 A と、第 3 回転軸 3 3 0 を表わす画像 3 3 0 A とを表示する。

【 0 0 4 6 〕

また、ユーザインターフェイス140は、スカラロボット300の動作可能領域AR1を表示する。動作可能領域AR1とは、スカラロボット300上の所定の注目点が動作することを許される範囲を示す。典型的には、スカラロボット300の動作可能領域は、不変であるため、スカラロボット300の設計時や設置時などに予め設定される。コントローラ200は、当該注目点が動作可能領域AR1に収まっているか否かを1つの判断材料として、スカラロボット300が正常に動作しているか否かを判断する。

【0047】

また、ユーザインターフェイス140は、スカラロボット300の動作禁止領域AR2の設定を受け付ける。すなわち、ユーザは、ユーザインターフェイス140上で動作禁止領域AR2を任意に設定することができる。設定可能な動作禁止領域AR2の数は、任意である。上述のように、第1アーム324および第2アーム328は、水平面（すなわち、XY平面）上で動作するため、Z方向から表わされたスカラロボット300がユーザインターフェイス140に表示されることで、ユーザは、動作禁止領域AR2を設定しやすくなる。

10

【0048】

図5の例では、扇形の動作禁止領域AR2が設定される。扇形の動作禁止領域AR2のサイズおよび位置は、任意の方法で設定される。たとえば、動作禁止領域AR2の位置およびサイズは、XY平面上における扇形の中心線cの方向と、扇形の中心角 θ と、第1回転軸322の中心点から扇形の中心点までの距離dとで規定される。中心線cの方向は、入力領域142において入力される。中心角 θ は、入力領域143において入力される。距離dは、入力領域144において入力される。但し、動作禁止領域AR2は、他の方法で設定されてもよい。たとえば、動作禁止領域AR2は、動作禁止領域AR2に対するドラッグ操作により指定されてもよい。好ましくは、入力領域142～144内の情報は、当該ドラッグ操作に連動して変わる。

20

【0049】

ステップS24において、ユーザは、OKボタン146を押下したとする。これにより、設定装置100は、動作禁止領域AR2の位置およびサイズを記憶する。すなわち、設定装置100は、中心線cの方向と、扇形の中心角 θ と、距離dとを記憶する。なお、キャンセルボタン147が押下されると、設定装置100は、動作禁止領域AR2の位置およびサイズを記憶せずにユーザインターフェイス140を閉じる。

30

【0050】

ステップS30において、設定装置100は、ユーザインターフェイス140に設定された二次元の動作禁止領域AR2を三次元に拡張する。図6は、動作禁止領域AR2の拡張処理を概略的に示す概念図である。

【0051】

図6に示されるように、設定装置100は、二次元の動作禁止領域AR2をZ方向に拡張することで、二次元の動作禁止領域AR2を三次元の動作禁止領域AR2'に拡張する。異なる言い方をすれば、設定装置100は、Z方向に直交する任意の平面上における動作禁止領域AR2'の形状が動作禁止領域AR2と等しくなるように、二次元の動作禁止領域AR2を三次元の動作禁止領域AR2'に拡張する。図6の例では、Z方向に直交する任意の平面上において動作禁止領域AR2'の形状は、扇形の動作禁止領域AR2と等しくなる。

40

【0052】

上述のように、二次元の動作禁止領域AR2は、中心線cの方向と、扇形の中心角 θ と、距離dとで規定されているので、設定装置100は、予め定められた変換式に従って、中心線cの方向と、扇形の中心角 θ と、距離dとを実空間を表わす座標系に変換するとともに、当該指標に高さhを付加する。これにより、ユーザインターフェイス140上の座標系で表わされている動作禁止領域AR2が、実空間上の座標系で表わされる動作禁止領域AR2'に変換される。

【0053】

50

好ましくは、動作禁止領域 A R 2 ' の高さ h は、Z 方向における下限値および上限値に基づいて決定される。下限値および上限値は、予め設定されてもよいし、ユーザによって任意に設定されてもよい。下限値は、水平面上の所定の基準面（たとえば、地面）から動作禁止領域 A R 2 ' の底面までの距離に相当する。上限値は、当該基準面から動作禁止領域 A R 2 ' の上面までの距離に相当する。但し、下限値および上限値の両方が設定されている必要はなく、下限値および上限値のいずれか一方のみが設定されていけばよい。

【 0 0 5 4 】

なお、典型的には、スカラロボット 3 0 0 の動作可能領域 A R 1 ' は、不変であるため、動作可能領域 A R 1 の拡張処理は、実行されてもよいし、実行されなくともよい。動作可能領域 A R 1 の拡張処理が実行される場合、設定装置 1 0 0 は、二次元の動作可能領域 A R 1 を Z 方向に拡張する。これにより、二次元の動作可能領域 A R 1 が三次元の動作可能領域 A R 1 ' に拡張される。異なる言い方をすれば、設定装置 1 0 0 は、Z 方向に直交する任意の平面上における動作可能領域 A R 1 ' の形状が動作可能領域 A R 1 と等しくなるように、二次元の動作可能領域 A R 1 を三次元の動作可能領域 A R 1 ' に拡張する。

【 0 0 5 5 】

再び図 4 を参照して、ステップ S 3 2 において、設定装置 1 0 0 は、設定された動作禁止領域 A R 2 ' をコントローラ 2 0 0 に送信する。

【 0 0 5 6 】

コントローラ 2 0 0 は、設定装置 1 0 0 から受信した動作禁止領域 A R 2 ' を記憶する。これにより、動作禁止領域 A R 2 ' がコントローラ 2 0 0 に設定される。

【 0 0 5 7 】

（ C 2 . 作業工程 ）

引き続き図 4 を参照しつつ、図 7 を参照して、スカラロボット 3 0 0 による作業工程について説明する。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 4 0 において、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の作業開始操作を受け付けたとする。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 4 2 において、コントローラ 2 0 0 は、予め設定されている作業工程に従って、第 1 アーム 3 2 4、第 2 アーム 3 2 8、および主軸 3 3 1 の移動先を決定するとともに、スカラロボット 3 0 0 上の所定の注目点の移動先を決定する。図 7 は、スカラロボット 3 0 0 上の注目点 P 1、P 2 を表わす図である。注目点 P 1 は、主軸 3 3 1 に対する作業ツール 3 3 2 の取り付け部分上の点である。すなわち、注目点 P 1 は、地面側における主軸 3 3 1 の先端上の点に相当する。注目点 P 2 は、地面側における作業ツール 3 3 2 の先端部に相当する。コントローラ 2 0 0 は、予め設定されている作業工程に従って、注目点 P 1、P 2 の移動先を決定する。なお、注目点 P 1、P 2 は、スカラロボット 3 0 0 上の他の点であってもよく、たとえば、第 1 アーム 3 2 4 と第 2 アーム 3 2 8 との接続側とは異なる側の第 2 アーム 3 2 8 の端部（先端）上の点であってもよい。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 4 4 において、コントローラ 2 0 0 は、ステップ S 4 2 で決定された移動先に基づいて、第 1 アーム 3 2 4、第 2 アーム 3 2 8、および主軸 3 3 1 のそれぞれについて現在位置から移動先までの軌道を算出するとともに、注目点 P 1、P 2 のそれぞれについて現在位置から移動先までの軌道を算出する。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 4 6 において、コントローラ 2 0 0 は、ステップ S 4 2 で決定された注目点 P 1、P 2 の移動先に基づいて、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であるか否かを判断する。より具体的には、コントローラ 2 0 0 は、注目点 P 1、P 2 の移動先が動作可能領域 A R 1 ' に含まれており、かつ、注目点 P 1、P 2 の移動先が動作禁止領域 A R 2 ' に含まれていない場合には、スカラロボット 3 0 0 の動作が正常であると判断する。一方で、コントローラ 2 0 0 は、注目点 P 1、P 2 のいずれかの移動先が動作可能領域 A R 1 '

10

20

30

40

50

から外れている場合、または、注目点 P 1 , P 2 のいずれかの移動先が動作禁止領域 A R 2 ' に含まれている場合には、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であると判断する。

【 0 0 6 2 】

また、コントローラ 2 0 0 は、ステップ S 4 4 で決定された注目点 P 1 , P 2 の軌道に基づいて、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であるか否かを判断する。より具体的には、コントローラ 2 0 0 は、注目点 P 1 , P 2 の軌道が動作可能領域 A R 1 ' に全て含まれており、かつ、注目点 P 1 , P 2 の軌道が動作禁止領域 A R 2 ' と重複していない場合には、スカラロボット 3 0 0 の動作が正常であると判断する。一方で、コントローラ 2 0 0 は、注目点 P 1 , P 2 のいずれかの軌道が少なくとも一部で動作可能領域 A R 1 ' から外れている場合、または、注目点 P 1 , P 2 のいずれかの軌道が動作禁止領域 A R 2 ' と少なくとも一部で重複している場合には、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であると判断する。

10

【 0 0 6 3 】

コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であると判断した場合には、異常動作に対処するための予め定められた処理を実行する。一例として、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の停止処理を実行する。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 5 0 において、コントローラ 2 0 0 は、第 1 アーム 3 2 4、第 2 アーム 3 2 8、および主軸 3 3 1 のそれぞれを目標の移動先に駆動するための指令値を生成し、当該指令値をサーボドライバ 4 0 0 に送信する。サーボドライバ 4 0 0 は、当該指令値に従ってスカラロボット 3 0 0 を駆動する。

20

【 0 0 6 5 】

ステップ S 5 2 において、サーボドライバ 4 0 0 は、第 1 アーム 3 2 4、第 2 アーム 3 2 8、および主軸 3 3 1 のそれぞれの実位置をコントローラ 2 0 0 に送信する。当該実位置は、たとえば、ロボット座標系で表わされる。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 5 4 において、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 上の注目点 P 1 , P 2 の実位置に基づいて、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であるか否かを判断する。より具体的には、コントローラ 2 0 0 は、注目点 P 1 , P 2 の実位置が動作可能領域 A R 1 ' に含まれており、かつ、注目点 P 1 , P 2 の実位置が動作禁止領域 A R 2 ' に含まれていない場合には、スカラロボット 3 0 0 の動作が正常であると判断する。一方で、コントローラ 2 0 0 は、注目点 P 1 , P 2 のいずれかの実位置が動作可能領域 A R 1 ' から外れている場合、または、注目点 P 1 , P 2 のいずれかの実位置が動作禁止領域 A R 2 ' に含まれている場合には、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であると判断する。この場合、コントローラ 2 0 0 は、異常動作に対処するための予め定められた処理を実行する。一例として、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の停止処理を実行する。

30

【 0 0 6 7 】

ステップ S 5 0 , S 5 2 , S 5 4 の処理は、スカラロボット 3 0 0 の各構成が目標の移動先に到達するまで順次繰り返される。これにより、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の作業過程において、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であるか否かをリアルタイムに判断することができる。

40

【 0 0 6 8 】

なお、上述では、複数の注目点 P 1 , P 2 が設定されている前提で説明を行ったが、注目点の数は、1 つであってもよいし、3 つ以上であってもよい。また、注目点は、厳密な意味での「点」である必要はなく、ある程度の面積または体積を有する領域として規定されてもよい。

【 0 0 6 9 】

[D . 制御システム 1 の機能構成]

図 8 および図 9 を参照して、制御システム 1 を構成する各装置の機能について説明する。図 8 は、設定装置 1 0 0 およびコントローラ 2 0 0 の機能構成の一例を示す図である。

50

図9は、サーボドライバ400の機能構成の一例を示す図である。

【0070】

(D1. 設定装置100の機能構成)

まず、図8を参照して、設定装置100の機能について説明する。

【0071】

図8に示されるように、設定装置100は、主要なハードウェア構成として、制御装置101と、記憶装置103とを含む。制御装置101は、機能構成として、設定部152と、拡張部154と、通信部156とを含む。

【0072】

設定部152は、アプリケーション103Aの起動操作を受け付けたことに基づいて、スカルロボット300の動作設定を実現するための設定プログラムを記憶装置103から読み込み、上述のユーザインターフェイス140を設定装置100の表示部105(図10参照)に表示する。ユーザインターフェイス140は、スカルロボット300上の所定の注目点について二次元の動作禁止領域の設定を受け付ける。設定部152は、ユーザインターフェイス140に対して設定された二次元の動作禁止領域を拡張部154に出力する。

10

【0073】

拡張部154は、二次元の動作禁止領域をZ方向に拡張することで、二次元の動作禁止領域を三次元の動作禁止領域に拡張する。すなわち、XY平面上における三次元の動作禁止領域の形状は、二次元の動作禁止領域の形状と等しくなる。動作禁止領域の拡張方法については図6で説明した通りであるので、その説明については繰り返さない。

20

【0074】

通信部156は、設定装置100のネットワークインターフェイス(I/F)104(図10参照)を介して、拡張部154から出力された三次元の動作禁止領域を指定された送信先のコントローラ200に送信する。

【0075】

なお、設定部152、拡張部154、および通信部156は、必ずしも設定装置100に実装される必要はなく、その他の装置に実装されてもよい。一例として、設定装置100の機能構成の少なくとも一部は、コントローラ200に実装されてもよい。あるいは、設定装置100の機能構成の一部は、サーバなどの外部装置に実装されてもよい。この場合、サーバが本実施の形態に従う制御プログラムの処理の一部を実行する所謂クラウドサービスの形態で設定装置100が構成される。

30

【0076】

(D2. コントローラ200の機能構成)

引き続き、図8を参照して、コントローラ200の機能について説明する。

【0077】

図8に示されるように、コントローラ200は、主要なハードウェア構成として、制御装置201と、記憶装置220とを含む。制御装置201は、機能構成として、通信部252と、入力部253と、動作制御部254と、停止部256とを含む。

【0078】

通信部252は、後述のフィールドバスコントローラ208, 209(図11参照)を制御する。通信部252は、フィールドバスコントローラ208を介して設定装置100から動作禁止領域AR2'を受信し、動作禁止領域AR2'を記憶装置220に格納する。動作禁止領域AR2'は、実空間上の座標系で表わされる。

40

【0079】

入力部253は、設定装置100や上位のコントローラからスカルロボット300の移動先(目標位置)を取得する。目標位置は、たとえば、予め定められた作業工程に従って設定装置100や上位のコントローラによって決定される。目標位置は、動作制御部254および停止部256に出力される。

【0080】

50

動作制御部 254 は、入力部 253 から受け付けた目標位置に従ってスカラロボット 300 の各アームの軌道を生成し、当該軌道に基づいて各アームの制御指令を生成する。生成された軌道は、停止部 256 に出力される。生成された制御指令は、サーボドライバ 400 に出力される。サーボドライバ 400 は、動作制御部 254 から受け付けた制御指令に基づいて、スカラロボット 300 を駆動する。

【0081】

停止部 256 は、スカラロボット 300 上の注目点の位置を監視し、スカラロボット 300 が異常動作を行った場合に、スカラロボット 300 を駆動するためのサーボドライバ 400 を停止する。より具体的には、停止部 256 は、スカラロボット 300 上の所定の注目点が動作禁止領域 AR2' に含まれた場合に、スカラロボット 300 の駆動を停止する。これにより、停止部 256 は、スカラロボット 300 が意図しない動作を行った場合に、スカラロボット 300 を停止することができる。なお、スカラロボット 300 の異常動作を行っているか否かは、スカラロボット 300 上の注目点の目標位置に基づいて判断されてもよいし、当該注目点の実位置に基づいて判断されてもよい。

10

【0082】

好ましくは、停止部 256 は、動作禁止領域 AR2' だけでなく、動作可能領域 AR1' に基づいて、スカラロボット 300 が異常動作を行っているか否かを判断する。より具体的には、停止部 256 は、スカラロボット 300 上の所定の注目点が動作禁止領域 AR2' に含まれた場合だけでなく、当該注目点が動作可能領域 AR1' に含まれていない場合に、スカラロボット 300 の駆動を停止する。スカラロボット 300 の異常動作の判断基準として動作可能領域 AR1' および動作禁止領域 AR2' の両方が用いられることにより、安全性がさらに高められる。

20

【0083】

なお、通信部 252、入力部 253、動作制御部 254、および停止部 256 は、必ずしもコントローラ 200 に実装される必要はなく、その他の装置に実装されてもよい。一例として、コントローラ 200 の機能構成の少なくとも一部は、他の装置（たとえば、スカラロボット 300）に実装されてもよい。あるいは、コントローラ 200 の機能構成の少なくとも一部は、サーバなどの外部装置に実装されてもよい。この場合、サーバが本実施の形態に従う制御プログラムの処理の一部を実行する所謂クラウドサービスのような形態でコントローラ 200 が構成される。

30

【0084】

（D3．サーボドライバ 400 の機能構成）

次に、図 9 を参照して、本実施の形態に従うコントローラ 200 に接続されるサーボドライバ 400 の機能構成の一例について説明する。図 9 に示す各機能ブロックは、サーボドライバ 400 の制御装置（図示しない）によって実現される。

【0085】

本実施の形態に従う制御システム 1 においては、コントローラ 200 からサーボドライバ 400 に対して指令値として目標位置が与えられる。サーボドライバ 400 は、制御対象であるスカラロボット 300 の各アームの実位置がコントローラ 200 からの目標位置と一致するように、サーボモータ 340 へ供給する駆動電流を制御する。

40

【0086】

典型的には、サーボドライバ 400 においては、位置についてのメインループに加えて、速度についてのマイナーループを含む、制御ループが実装されている。より具体的には、サーボドライバ 400 は、機能構成として、差分演算部 410、414 と、位置制御部 412 と、速度制御部 416 と、トルクフィルタ 420 と、電流制御部 422 と、速度検知部 424 とを含む。

【0087】

位置制御部 412 は、位置についての制御ループを構成する制御演算部であり、差分演算部 410 において算出される、目標位置と実位置（フィードバック値）との偏差に応じた制御量を出力する。位置制御部 412 としては、典型的には、P（比例）制御が用いら

50

れてもよい。つまり、位置制御部 4 1 2 は、目標位置と実位置との偏差に予め定められた比例係数を乗じた値を制御量として出力する。

【 0 0 8 8 】

速度制御部 4 1 6 は、速度についての制御ループを構成する制御演算部であり、差分演算部 4 1 4 において算出される、位置制御部 4 1 2 からの制御量と速度検知部 4 2 4 からの実速度との偏差に応じた制御量を出力する。速度制御部 4 1 6 としては、典型的には、P I (比例積分) 制御が用いられてもよい。つまり、速度制御部 4 1 6 は、差分演算部 4 1 4 からの指令速度と実速度との偏差に対して、比例係数を乗じた値と積分要素によって積分された値との和を制御量として出力する。

【 0 0 8 9 】

トルクフィルタ 4 2 0 は、速度制御部 4 1 6 から出力される制御量 (サーボモータ 3 4 0 で発生させるべきトルクの指令値) の単位時間あたりの変化の度合いが大きくなり過ぎないように、時間変化の度合いを緩和する。すなわち、トルクフィルタ 4 2 0 は、速度制御部 4 1 6 から出力される制御量を鈍らせる。トルクフィルタ 4 2 0 からの制御量は電流制御部 4 2 2 に出力される。

【 0 0 9 0 】

電流制御部 4 2 2 は、トルクフィルタ 4 2 0 からの制御量に対応させて、スカルロボット 3 0 0 のサーボモータ 3 4 0 でのスイッチングタイミングを決定する。つまり、電流制御部 4 2 2 は、トルクフィルタ 4 2 0 にて決定された指令トルクを実現できるように、サーボモータ 3 4 0 へ供給する電流の大きさ、タイミング、波形などを決定する。電流制御部 4 2 2 にて決定された制御量に従って、サーボモータ 3 4 0 が駆動される。サーボモータ 3 4 0 から供給される電流によって、サーボモータ 3 4 0 が回転駆動される。

【 0 0 9 1 】

スカルロボット 3 0 0 の各アームの変位を示すフィードバック値として、エンコーダ (図示しない) から実位置が出力される、速度検知部 4 2 4 は、エンコーダからの実位置を微分して実速度を算出する。

【 0 0 9 2 】

[E . 制御システム 1 のハードウェア構成]

図 1 0 および図 1 1 を参照して、制御システム 1 を構成する設定装置 1 0 0 およびコントローラ 2 0 0 のハードウェア構成について説明する。

【 0 0 9 3 】

(E 1 . 設定装置 1 0 0 のハードウェア構成)

まず、図 1 0 を参照して、設定装置 1 0 0 のハードウェア構成について説明する。図 1 0 は、設定装置 1 0 0 の主要なハードウェア構成を示すブロック図である。

【 0 0 9 4 】

設定装置 1 0 0 は、たとえば、汎用のコンピュータで実現される。設定装置 1 0 0 を実現するコンピュータは、制御装置 1 0 1 と、メモリ 1 0 2 と、H D D (Hard Disk Drive) などの記憶装置 1 0 3 と、ネットワークインターフェイス (I / F) 1 0 4 と、表示部 1 0 5 と、操作部 1 0 6 と、メモリカードリーダー・ライター 1 0 7 とを含む。これらの各部分は、内部バス 1 0 8 を介して、互いに通信可能に接続されている。

【 0 0 9 5 】

制御装置 1 0 1 は、記憶装置 1 0 3 などに格納されているプログラム (命令コード) をメモリ 1 0 2 へ展開した上で実行することで、上述の各種機能を実現する。メモリ 1 0 2 および記憶装置 1 0 3 は、それぞれ揮発的および不揮発的にデータを格納する。記憶装置 1 0 3 は、O S (Operating System) に加えて、アプリケーション 1 0 3 A を保持している。アプリケーション 1 0 3 A は、上述のユーザインターフェイス 1 4 0 (図 5 参照) を提供する基本プログラムである。

【 0 0 9 6 】

ネットワークインターフェイス 1 0 4 は、フィールドネットワーク N W 1 (図 1 参照) を介して、設定装置 1 0 0 とコントローラ 2 0 0 との間でデータを遣り取りする。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 7 】

表示部 1 0 5 は、アプリケーション 1 0 3 A の起動指示を受け付けたことに基づいて、上述のユーザインターフェイス 1 4 0 などを表示する。表示部 1 0 5 は、LCD (Liquid Crystal Display) といったディスプレイなどからなる。

【 0 0 9 8 】

操作部 1 0 6 は、ユーザ操作を受け付け、その受け付けた操作を示す内部指令を制御装置 1 0 1 などへ出力する。操作部 1 0 6 は、典型的には、キーボード、マウス、タッチパネル、タブレット、音声認識装置などからなる。

【 0 0 9 9 】

メモ리카ードリーダー・ライタ 1 0 7 は、メモ리카ード 1 0 7 A からデータを読み出し、およびメモ리카ード 1 0 7 A へデータを書き込む。メモ리카ード 1 0 7 A としては、SD (Secure Digital) カードなどの公知の記録媒体を採用できる。

【 0 1 0 0 】

(E 2 . コントローラ 2 0 0 のハードウェア構成)

次に、図 1 1 を参照して、コントローラ 2 0 0 のハードウェア構成について説明する。図 1 1 は、コントローラ 2 0 0 のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【 0 1 0 1 】

コントローラ 2 0 0 は、CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro-Processing Unit) などの制御装置 2 0 1 と、チップセット 2 0 2 と、主メモリ 2 0 6 と、記憶装置 2 2 0 と、ローカルネットワークコントローラ 2 0 3 と、USB (Universal Serial Bus) コントローラ 2 0 4 と、メモ리카ードインターフェイス 2 0 5 と、内部バスコントローラ 2 1 0 と、フィールドバスコントローラ 2 0 8 , 2 0 9 と、I/O ユニット 2 1 1 - 1 , 2 1 1 - 2 , ... とを含む。

【 0 1 0 2 】

制御装置 2 0 1 は、記憶装置 2 2 0 に格納された各種プログラムを読み出して、主メモリ 2 0 6 に展開して実行することで、制御対象に応じた制御、および、本実施の形態に従う処理などを実現する。チップセット 2 0 2 は、制御装置 2 0 1 と各コンポーネントを制御することで、コントローラ 2 0 0 全体としての処理を実現する。

【 0 1 0 3 】

記憶装置 2 2 0 は、たとえば、二次記憶装置である。記憶装置 2 2 0 には、PLC エンジンを実現するためのシステムプログラムに加えて、PLC エンジンを利用して実行されるユーザプログラム 2 2 1 などが格納される。ユーザプログラム 2 2 1 は、論理的な演算を主とするシーケンスプログラム 2 2 2、位置制御や速度制御などの数値的な演算を主とするモーションプログラム 2 2 3、スカルロボット 3 0 0 の設定プログラム 2 2 4 などを含む。

【 0 1 0 4 】

ローカルネットワークコントローラ 2 0 3 は、ローカルネットワークを介した他の装置 (たとえば、サーバーなど) との間のデータの遣り取りを制御する。USB コントローラ 2 0 4 は、USB 接続を介して他の装置 (たとえば、PC (Personal Computer) など) との間のデータの遣り取りを制御する。

【 0 1 0 5 】

メモ리카ードインターフェイス 2 0 5 は、メモ리카ード 2 1 6 を着脱可能に構成されており、メモ리카ード 2 1 6 に対してデータを書き込み、メモ리카ード 2 1 6 から各種データ (ユーザプログラムやトレースデータなど) を読出すことが可能になっている。

【 0 1 0 6 】

内部バスコントローラ 2 1 0 は、コントローラ 2 0 0 に搭載される I/O ユニット 2 1 1 - 1 , 2 1 1 - 2 , ... との間でデータを遣り取りするインターフェイスである。

【 0 1 0 7 】

フィールドバスコントローラ 2 0 8 は、フィールドネットワーク NW 1 (図 1 参照) を介した他の装置 (たとえば、設定装置 1 0 0 など) との間のデータの遣り取りを制御する

10

20

30

40

50

。同様に、フィールドバスコントローラ 209 は、フィールドネットワーク NW2 (図 1 参照) を介した他の装置 (たとえば、スカラロボット 300 やサーボドライバ 400) との間のデータの遣り取りを制御する。

【0108】

図 11 には、制御装置 201 がプログラムを実行することで必要な機能が提供される構成例を示したが、これらの提供される機能の一部または全部を、専用のハードウェア回路 (たとえば、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) または FPGA (Field-Programmable Gate Array) など) を用いて実装してもよい。あるいは、コントローラ 200 の主要部を、汎用的なアーキテクチャに従うハードウェア (たとえば、汎用パソコンをベースとした産業用パソコン) を用いて実現してもよい。この場合には、仮想化技術を用いて、用途の異なる複数の OS (Operating System) を並列的に実行させるとともに、各 OS 上で必要なアプリケーションを実行させるようにしてもよい。

10

【0109】

[F . 制御システム 1 の制御構造]

上述したように、制御システム 1 が実行する処理は、主に、設定工程と、作業工程とを含む。以下では、図 12 ~ 図 15 を参照して、設定装置 100 による設定工程のフローと、スカラロボット 300 による作業工程のフローとについて順に説明する。

【0110】

(F1 . 設定工程のフロー)

まず、図 12 を参照して、設定装置 100 による設定工程のフローについて説明する。図 12 は、設定装置 100 による設定工程を表わすフローチャートである。図 12 の処理は、設定装置 100 の制御装置 101 (図 8 参照) がプログラムを実行することにより実現される。他の局面において、処理の一部または全部が、FPGA、回路素子またはその他のハードウェアによって実行されてもよい。

20

【0111】

ステップ S110 において、制御装置 101 は、スカラロボット 300 の動作を設定するためのアプリケーションの起動操作を受け付けたか否かを判断する。当該起動操作は、たとえば、操作部 106 (図 10 参照) によって受け付けられる。制御装置 101 は、スカラロボット 300 の動作を設定するためのアプリケーションの起動操作を受け付けたと判断した場合 (ステップ S110 において YES)、制御をステップ S112 に切り替える。そうでない場合には (ステップ S110 において NO)、制御装置 101 は、ステップ S110 の処理を再び実行する。

30

【0112】

ステップ S112 において、制御装置 101 は、上述の設定部 152 (図 8 参照) として、設定装置 100 の表示部 105 (図 10 参照) にユーザインターフェイス 140 (図 5 参照) を表示する。ユーザインターフェイス 140 には、Z 方向からスカラロボット 300 を表わした画像が表示され、ユーザは、当該画像に対してスカラロボット 300 の動作禁止領域 AR2 を設定することができる。一例として、ユーザは、XY 平面上における扇形の中心線 c の方向と、扇形の中心角 θ と、第 1 回転軸 322 の中心点からの距離 d とを設定することで扇形の動作禁止領域 AR2 を設定することができる。

40

【0113】

ステップ S120 において、制御装置 101 は、動作禁止領域 AR2 の設定を確定する操作を受け付けたか否かを判断する。一例として、ユーザは、ユーザインターフェイス 140 上の OK ボタン 146 を押下することにより、動作禁止領域 AR2 の設定を確定することができる。制御装置 101 は、動作禁止領域 AR2 の設定を確定する操作を受け付けたと判断した場合 (ステップ S120 において YES)、制御をステップ S122 に切り替える。そうでない場合には (ステップ S120 において NO)、制御装置 101 は、制御をステップ S120 の処理を再び実行する。

【0114】

ステップ S122 において、制御装置 101 は、上述の拡張部 154 (図 8 参照) とし

50

て、設定された二次元の動作禁止領域 A R 2 を三次元の動作禁止領域 A R 2 ' に拡張する。このとき、制御装置 1 0 1 は、ユーザインターフェイス 1 4 0 上の座標系で示される動作禁止領域 A R 2 を実空間上の座標系に変換する。

【 0 1 1 5 】

図 1 3 は、実空間上における動作禁止領域 A R 2 ' の平面図を表わす。図 1 4 は、図 1 3 の X I V - X I V 線に沿った動作禁止領域 A R 2 ' の断面図を表わす。

【 0 1 1 6 】

図 1 3 および図 1 4 に示されるように、実空間での動作禁止領域 A R 2 ' は、第 1 回転軸 3 2 2 の中心点 P 5 から扇形の中心点 P 6 までの距離 d と、扇形の中心角 θ と、扇形の中心線 c の方向（角度）と、水平面上の所定の基準面（たとえば、地面）からの下限までの下限値 Z_{min} と、Z 方向における高さ h とで規定される。典型的には、距離 d 、中心角 θ 、中心線 c の方向は、ユーザインターフェイス 1 4 0 において設定される。下限値 Z_{min} および高さ h は、予め設定されていてもよいし、ユーザインターフェイス 1 4 0 上で設定可能に実装されてもよい。

【 0 1 1 7 】

ステップ S 1 2 4 において、制御装置 1 0 1 は、上述の通信部 1 5 6（図 8 参照）として、動作禁止領域 A R 2 ' を指定されたコントローラ 2 0 0 に送信する。このとき、動作可能領域 A R 1 ' が指定されたコントローラ 2 0 0 にさらに送信されてもよい。

【 0 1 1 8 】

（ F2 . 作業工程のフロー）

次に、図 1 5 を参照して、コントローラ 2 0 0 によって制御されるスカラロボット 3 0 0 の作業工程のフローについて説明する。図 1 5 は、コントローラ 2 0 0 によって制御されるスカラロボット 3 0 0 の作業工程を表わすフローチャートである。図 1 5 の処理は、コントローラ 2 0 0 の制御装置 2 0 1（図 8 参照）がプログラムを実行することにより実現される。他の局面において、処理の一部または全部が、F P G A、回路素子またはその他のハードウェアによって実行されてもよい。

【 0 1 1 9 】

ステップ S 1 5 0 において、制御装置 2 0 1 は、スカラロボット 3 0 0 上の注目点 P 1（図 1 3，図 1 4 参照）における実位置をサーボドライバ 4 0 0 から取得する。当該実位置は、実空間上の座標値で表わされる。典型的には、当該実位置は、座標値（ x_1 、 y_1 、 z_1 ）で表わされる。座標値 x_1 は、X 方向の座標に相当する。座標値 y_1 は、Y 方向の座標に相当する。座標値 z_1 は、Z 方向の座標に相当する。

【 0 1 2 0 】

ステップ S 1 5 2 において、制御装置 2 0 1 は、注目点 P 1 が動作禁止領域 A R 2 ' に含まれたか否かを判断する。より具体的には、制御装置 2 0 1 は、注目点 P 1 の座標値 x_1 、 y_1 が距離 d と中心線 c の方向と中心角 θ とで規定される扇形領域に含まれ、かつ、下記式（1）を満たす場合に、注目点 P 1 が動作禁止領域 A R 2 ' に含まれたと判断する。

【 0 1 2 1 】

$$Z_{min} < z_1 < Z_{min} + h \cdots (1)$$

制御装置 2 0 1 は、注目点 P 1 が動作禁止領域 A R 2 ' に含まれたと判断した場合（ステップ S 1 5 2 において Y E S）、制御をステップ S 1 6 2 に切り替える。そうでない場合には（ステップ S 1 5 2 において N O）、制御装置 2 0 1 は、制御をステップ S 1 6 0 に切り替える。

【 0 1 2 2 】

ステップ S 1 6 0 において、制御装置 2 0 1 は、注目点 P 1 が動作可能領域 A R 1 ' に含まれたか否かを判断する。より具体的には、制御装置 2 0 1 は、下記式（2）～（5）のいずれかが満たされた場合に注目点 P 1 が動作可能領域 A R 1 ' に含まれないと判断する。式（2），（3）に示される距離 d_1 は、X Y 平面における中心点 P 5 から注目点 P 1 までの距離に相当する。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 3 】

$d 1 < R_{min} \dots (2)$

$R_{max} < d 1 \dots (3)$

$z 1 < Z_{min} \dots (4)$

$Z_{min} + h < z 1 \dots (5)$

制御装置 2 0 1 は、注目点 P 1 が動作可能領域 A R 1 ' から外れたと判断した場合（ステップ S 1 6 0 において Y E S ）、制御をステップ S 1 6 2 に切り替える。そうでない場合には（ステップ S 1 6 0 において N O ）、制御装置 2 0 1 は、制御をステップ S 1 5 0 に切り替える。

【 0 1 2 4 】

ステップ S 1 6 2 として、制御装置 2 0 1 は、上述の停止部 2 5 6（図 8 参照）として、異常動作に対処するための予め定められた処理を実行する。一例として、制御装置 2 0 1 は、スカラロボット 3 0 0 の停止処理を実行する。あるいは、制御装置 2 0 1 は、異常動作の報知処理を実行する。異常動作は、警告音や音声などの音によって報知されてもよいし、エラー画面などの表示によって報知されてもよい。

【 0 1 2 5 】

なお、上述では、スカラロボット 3 0 0 上の注目点 P 1 の実位置に基づいて、スカラロボット 3 0 0 の動作異常を判断するフローについて説明を行ったが、当該動作異常は、注目点 P 1 の移動先に基づいて判断されてもよい。あるいは、当該動作異常は、注目点 P 1 の現在位置から移動先までの軌跡に基づいて判断されてもよい。

【 0 1 2 6 】

[G . 第 1 の実施の形態のまとめ]

以上のようにして、本実施の形態に従う設定装置 1 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の動作禁止領域を設定するためのユーザインターフェイス 1 4 0 を提供する。ユーザインターフェイス 1 4 0 は、Z 方向からスカラロボット 3 0 0 を表わした画像を表示し、ユーザは、当該画像に対して動作禁止領域 A R 2 を二次元で設定することができる。設定装置 1 0 0 は、設定された二次元の動作禁止領域 A R 2 を Z 方向に拡張し、二次元の動作禁止領域 A R 2 を三次元の動作禁止領域 A R 2 ' に拡張する。その後、設定装置 1 0 0 は、三次元の動作禁止領域 A R 2 ' をコントローラ 2 0 0 に設定する。このように、ユーザは、動作禁止領域 A R 2 を二次元で設定することができ、動作禁止領域の設定操作が簡略化される。

【 0 1 2 7 】

その後、スカラロボット 3 0 0 は、ワークに対して予め定められた作業を行う。このとき、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 上の所定の注目点が動作禁止領域 A R 2 ' に侵入したか否かを監視する。当該注目点が動作禁止領域 A R 2 ' に侵入した場合には、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 の動作が異常であると判断する。

【 0 1 2 8 】

上述のように、三次元の動作禁止領域 A R 2 ' は、二次元の動作禁止領域 A R 2 を Z 方向に拡張したものであるため、三次元の動作禁止領域 A R 2 ' は単純な形状となる。そのため、コントローラ 2 0 0 は、スカラロボット 3 0 0 上の注目点が三次元の動作禁止領域 A R 2 ' に含まれたか否かを即座に判断することができる。これにより、演算時間が大幅に短縮される。

【 0 1 2 9 】

< 第 2 の実施の形態 >

[A . 概要]

第 1 の実施の形態に従うユーザインターフェイス 1 4 0 は、扇形の動作禁止領域 A R 2 の設定を受け付けるように構成されていた。これに対して、第 2 の実施の形態に従うユーザインターフェイス 1 4 0 は、多角形の動作禁止領域 A R 2 の設定を受け付けるように構成される。

【 0 1 3 0 】

10

20

30

40

50

第2の実施の形態に従う制御システム1のハードウェア構成などその他の点については第1の実施の形態に従う制御システム1と同じであるので、以下ではそれらの説明については繰り返さない。

【0131】

[B. ユーザインターフェイス140]

図16を参照して、第2の実施の形態に従うユーザインターフェイス140について説明する。図16は、第2の実施の形態に従うユーザインターフェイス140を示す図である。

【0132】

本実施の形態においては、ユーザは、ユーザインターフェイス140上で多角形の動作禁止領域AR2を設定することができる。図16の例では、長方形の動作禁止領域AR2が設定されているが、設定され得る動作禁止領域AR2の形状は、正方形であってもよいし、六角形であってもよい。あるいは、設定され得る動作禁止領域AR2の形状は、円や楕円であってもよい。動作禁止領域AR2のサイズおよび位置は、任意の方法で設定される。たとえば、動作禁止領域AR2の位置およびサイズは、動作禁止領域AR2に対するドラッグ操作により設定される。図16の例では、ユーザは、位置P8で操作部106を押下し、押下状態を維持したまま操作部106を位置P9まで移動させることで、動作禁止領域AR2を設定している。

10

【0133】

ユーザがOKボタン146を押下したことに基づいて、設定装置100は、動作禁止領域AR2の位置およびサイズを記憶する。一例として、設定装置100は、位置P8の座標値と位置P9の座標値とを記憶する。あるいは、設定装置100は、位置P8の座標値および位置P9の座標値のいずれか一方と、動作禁止領域AR2の横幅および縦幅を記憶する。

20

【0134】

キャンセルボタン147が押下されると、設定装置100は、二次元の動作禁止領域AR2の位置およびサイズを記憶せずにユーザインターフェイス140を閉じる。

【0135】

[C. 動作禁止領域の拡張処理]

図17を参照して、二次元の動作禁止領域AR2を三次元の動作禁止領域AR2'に拡張する処理について説明する。図17は、第2の実施の形態における動作禁止領域AR2の拡張処理を概念的に示す概念図である。

30

【0136】

図17に示されるように、設定装置100は、二次元の動作禁止領域AR2をZ方向に拡張することで、二次元の動作禁止領域AR2を三次元の動作禁止領域AR2'に拡張する。異なる言い方をすれば、設定装置100は、Z方向に直交する任意の平面上における三次元の動作禁止領域AR2'の形状が二次元の動作禁止領域AR2と等しくなるように、二次元の動作禁止領域AR2を三次元の動作禁止領域AR2'に拡張する。その結果、図17の例では、XY平面における動作禁止領域AR2'の形状は、多角形の動作禁止領域AR2と等しくなる。

40

【0137】

上述のように、動作禁止領域AR2は、位置P8の座標値と、位置P9の座標値とで規定されているので、設定装置100は、予め定められた変換式に基づいて、位置P8の座標値と位置P9の座標値とを実空間を表わす座標系に変換するとともに、当該座標系に高さhを付加する。これにより、設定装置100は、ユーザインターフェイス140上の座標系で表わされている動作禁止領域AR2を、実空間上の座標系で表わされる動作禁止領域AR2'に変換することができる。

【0138】

好ましくは、動作禁止領域AR2'の高さhは、Z方向における下限値および上限値に基づいて決定される。下限値および上限値は、予め設定されてもよいし、ユーザによって

50

任意に設定されてもよい。下限値は、水平面上の所定の基準面（たとえば、地面）から動作禁止領域 A R 2 ' の底面までの距離に相当する。上限値は、当該基準面から動作禁止領域 A R 2 ' の上面までの距離に相当する。但し、下限値および上限値の両方が設定されている必要はなく、下限値および上限値のいずれか一方のみが設定されていればよい。

【 0 1 3 9 】

[D . 第 2 の実施の形態のまとめ]

以上のようにして、本実施の形態に従うユーザインターフェイス 1 4 0 は、多角形の動作禁止領域の設定を受け付ける。ユーザは、ユーザインターフェイス 1 4 0 上で様々な形状の動作禁止領域を設定することができるので、動作禁止領域をより正確に設定することができる。

10

【 0 1 4 0 】

< 第 3 の実施の形態 >

[A . 概要]

第 1 の実施の形態に従うユーザインターフェイス 1 4 0 は、扇形の動作禁止領域 A R 2 の設定を受け付けるように構成されていた。これに対して、第 3 の実施の形態に従うユーザインターフェイス 1 4 0 は、動作可能領域 A R 1 に対する境界の設定により二次元の動作禁止領域 A R 2 の設定を受け付けるように構成される。

【 0 1 4 1 】

第 3 の実施の形態に従う制御システム 1 のハードウェア構成などその他の点については第 1 の実施の形態に従う制御システム 1 と同じであるので、以下ではそれらの説明については繰り返さない。

20

【 0 1 4 2 】

[B . ユーザインターフェイス 1 4 0]

図 1 8 を参照して、第 3 の実施の形態に従うユーザインターフェイス 1 4 0 について説明する。図 1 8 は、第 3 の実施の形態に従うユーザインターフェイス 1 4 0 を示す図である。

【 0 1 4 3 】

本実施の形態においては、動作可能領域 A R 1 に対して境界 B A を設定することで動作禁止領域 A R 2 が設定される。図 1 8 の例では、境界 B A の Y 方向の正側が動作禁止領域 A R 2 として設定されているが、境界 B A の Y 方向の負側が動作禁止領域 A R 2 として設定されてもよい。また、図 1 8 の例では、境界 B A が直線で示されているが、境界 B A は、曲線など他の線で表わされてもよい。

30

【 0 1 4 4 】

境界 B A の位置は、任意の方法で設定される。たとえば、ユーザは、境界 B A に対するドラッグ操作により境界 B A を移動することができる。あるいは、ユーザは、Y 方向における座標値を入力することにより境界 B A を設定してもよい。

【 0 1 4 5 】

ユーザが OK ボタン 1 4 6 を押下したことに基づいて、設定装置 1 0 0 は、動作禁止領域 A R 2 を記憶する。キャンセルボタン 1 4 7 が押下されると、設定装置 1 0 0 は、二次元の動作禁止領域 A R 2 を記憶せずにユーザインターフェイス 1 4 0 を閉じる。

40

【 0 1 4 6 】

[C . 動作禁止領域の拡張処理]

図 1 9 を参照して、二次元の動作禁止領域 A R 2 を三次元の動作禁止領域 A R 2 ' に拡張する処理について説明する。図 1 9 は、第 3 の実施の形態における動作禁止領域 A R 2 の拡張処理を概念的に示す概念図である。

【 0 1 4 7 】

図 1 9 に示されるように、設定装置 1 0 0 は、境界 B A を Z 方向に拡張することで、境界 B A を境界 B A ' に拡張する。境界 B A ' よりも Y 軸の負側が動作可能領域 A R 1 ' に設定され、境界 B A ' よりも Y 軸の正側が動作禁止領域 A R 2 ' として設定される。

【 0 1 4 8 】

50

好ましくは、動作禁止領域 A R 2 ' の高さ h は、Z 方向における下限値および上限値に基づいて決定される。下限値および上限値は、予め設定されてもよいし、ユーザによって任意に設定されてもよい。下限値は、水平面上の所定の基準面（たとえば、地面）から動作禁止領域 A R 2 ' の底面までの距離に相当する。上限値は、当該基準面から動作禁止領域 A R 2 ' の上面までの距離に相当する。但し、下限値および上限値の両方が設定されている必要はなく、下限値および上限値のいずれか一方のみが設定されていればよい。

【 0 1 4 9 】

[D . 第 3 の実施の形態のまとめ]

以上のようにして、本実施の形態に従うユーザインターフェイス 1 4 0 は、境界 B A の設定を受け付けることで動作禁止領域の設定を受け付ける。これにより、ユーザは、動作禁止領域の設定をより簡単な操作で行うことができる。

10

【 0 1 5 0 】

今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【 符号の説明 】

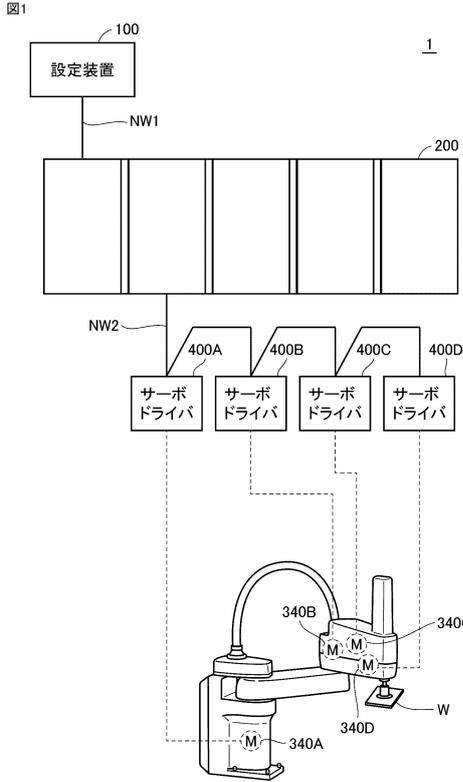
【 0 1 5 1 】

1 制御システム、1 0 0 設定装置、1 0 1 , 2 0 1 制御装置、1 0 2 メモリ、1 0 3 , 2 2 0 記憶装置、1 0 3 A アプリケーション、1 0 4 ネットワークインターフェイス、1 0 5 表示部、1 0 6 操作部、1 0 7 メモリカードリーダー・ライター、1 0 7 A , 2 1 6 メモリカード、1 0 8 内部バス、1 4 0 ユーザインターフェイス、1 4 2 ~ 1 4 4 入力領域、1 4 6 OK ボタン、1 4 7 キャンセルボタン、1 5 2 設定部、1 5 4 拡張部、1 5 6 , 2 5 2 通信部、2 0 0 コントローラ、2 0 2 チップセット、2 0 3 ローカルネットワークコントローラ、2 0 4 USB コントローラ、2 0 5 メモリカードインターフェイス、2 0 6 主メモリ、2 0 8 , 2 0 9 フィールドバスコントローラ、2 1 0 内部バスコントローラ、2 1 1 I / O ユニット、2 2 1 ユーザプログラム、2 2 2 シーケンスシーケンスプログラム、2 2 3 モーションプログラム、2 2 4 設定プログラム、2 5 4 動作制御部、2 5 6 停止部、3 0 0 スカラロボット、3 2 0 基台、3 2 2 第 1 回転軸、3 2 2 A , 3 2 4 A , 3 2 6 A , 3 2 8 A , 3 3 0 A 画像、3 2 4 第 1 アーム、3 2 6 第 2 回転軸、3 2 8 第 2 アーム、3 3 0 第 3 回転軸、3 3 1 主軸、3 3 2 作業ツール、3 4 0 , 3 4 0 A ~ 3 4 0 D サーボモータ、4 0 0 , 4 0 0 A ~ 4 0 0 D サーボドライバ、4 1 0 , 4 1 4 差分演算部、4 1 2 位置制御部、4 1 6 速度制御部、4 2 0 トルクフィルタ、4 2 2 電流制御部、4 2 4 速度検知部。

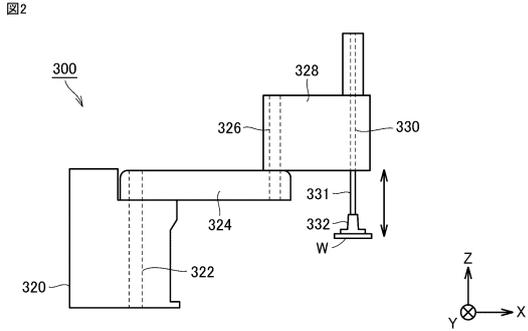
20

30

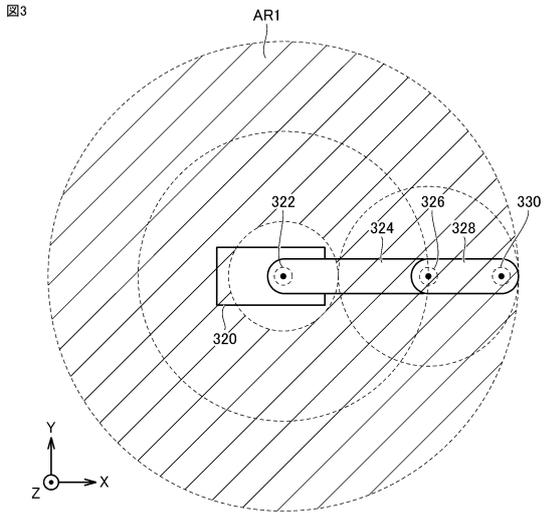
【図1】



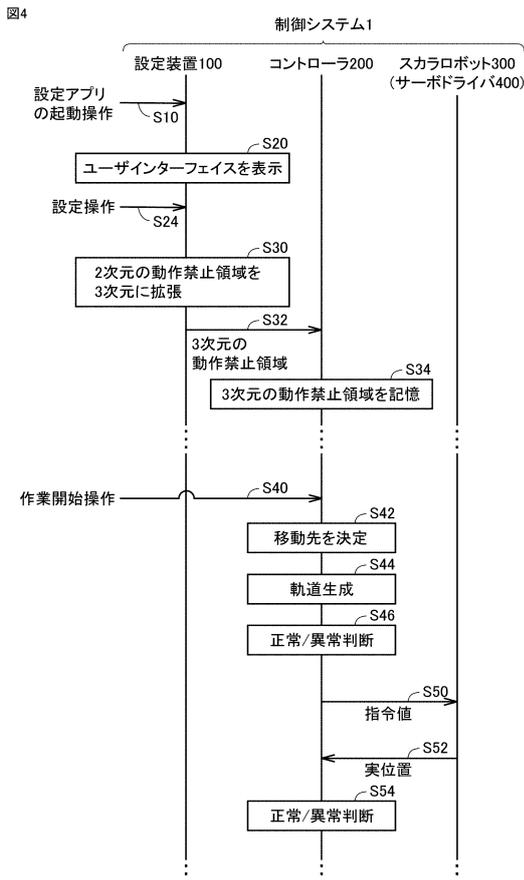
【図2】



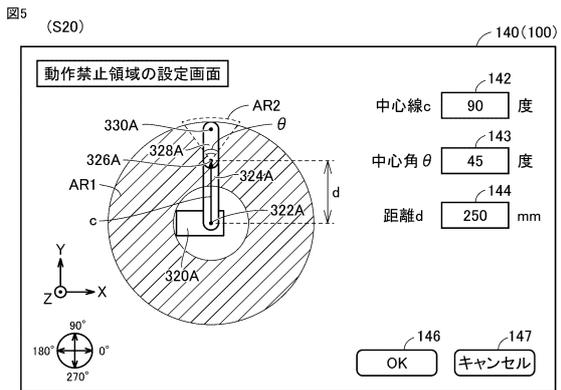
【図3】



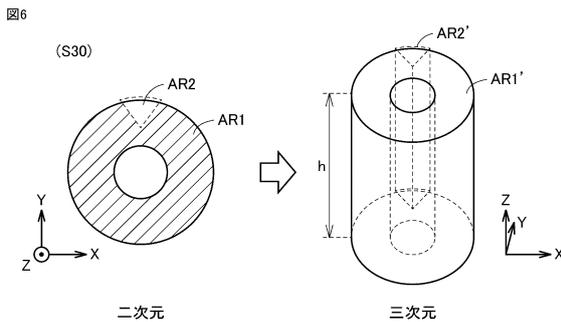
【図4】



【図5】

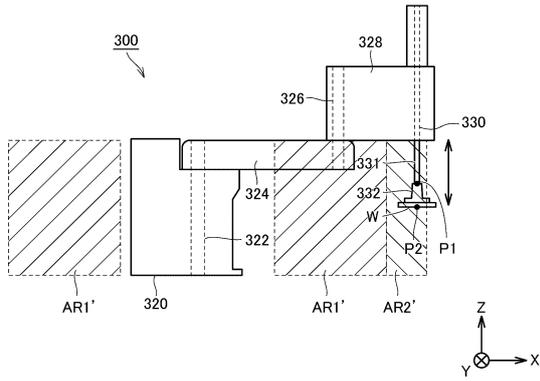


【図6】



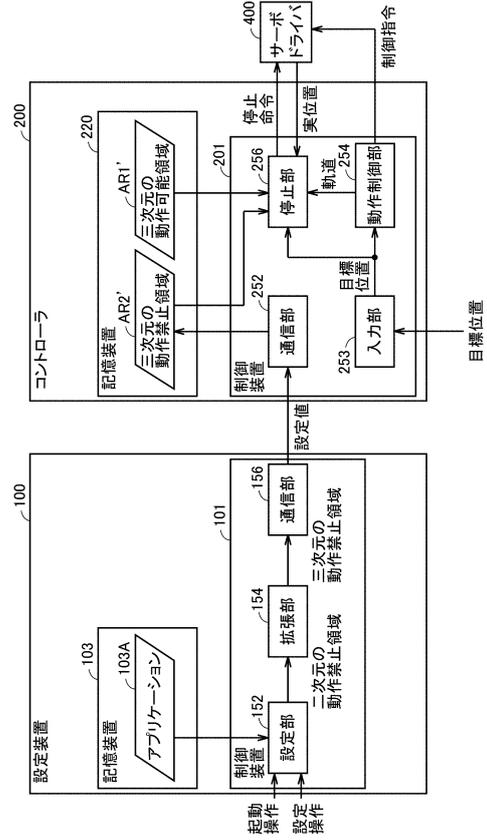
【図7】

図7



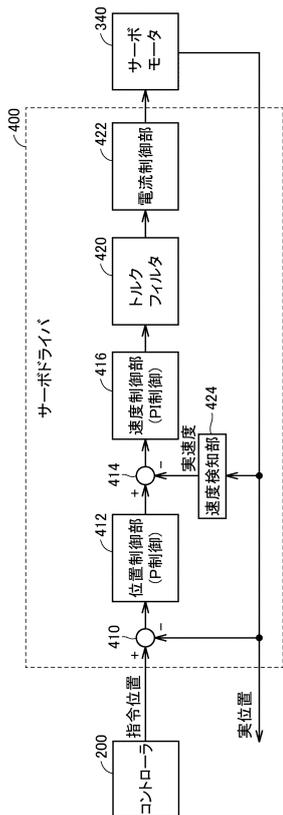
【図8】

図8



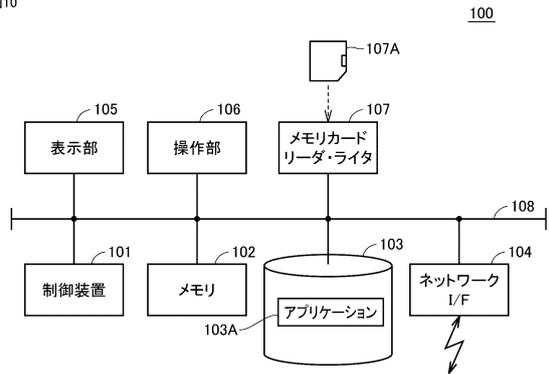
【図9】

図9



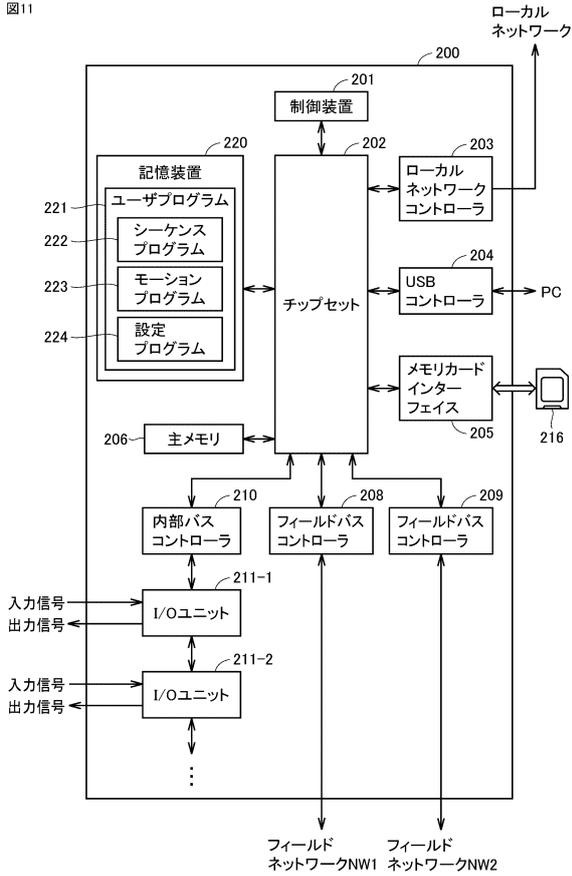
【図10】

図10



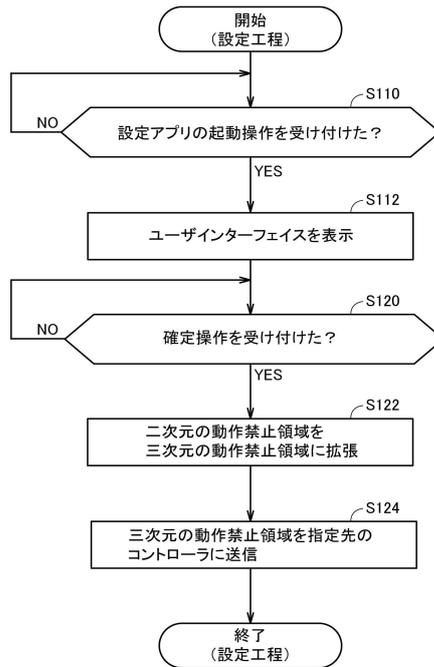
【図11】

図11



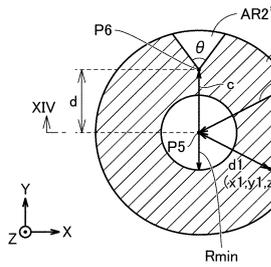
【図12】

図12



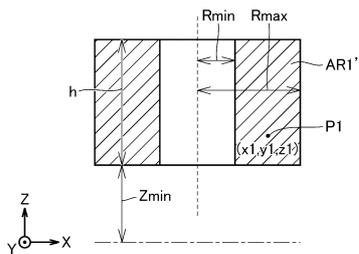
【図13】

図13



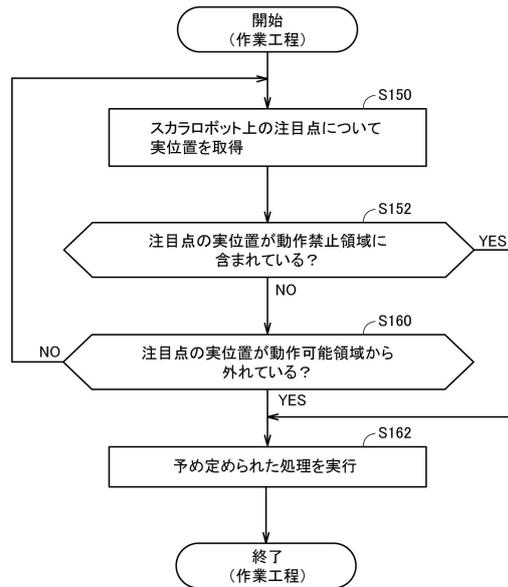
【図14】

図14

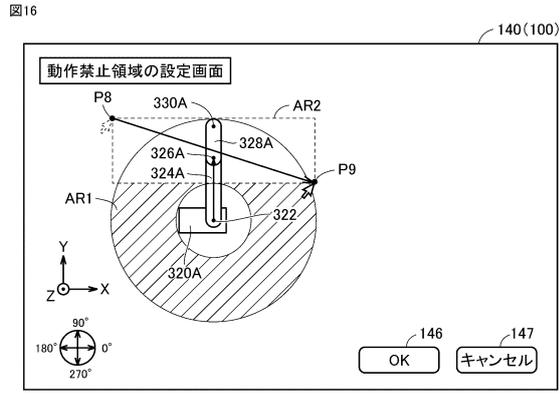


【図15】

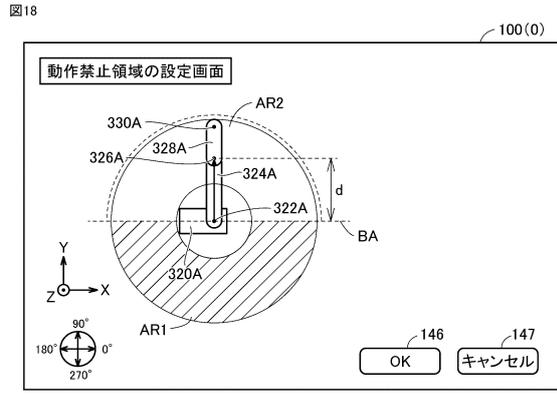
図15



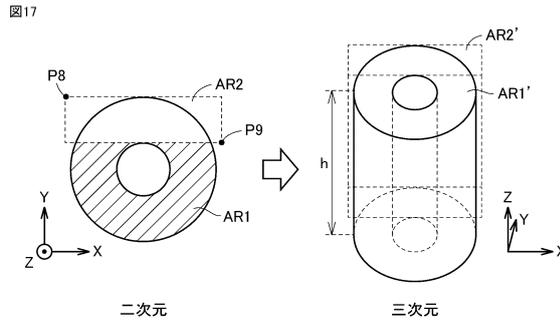
【図16】



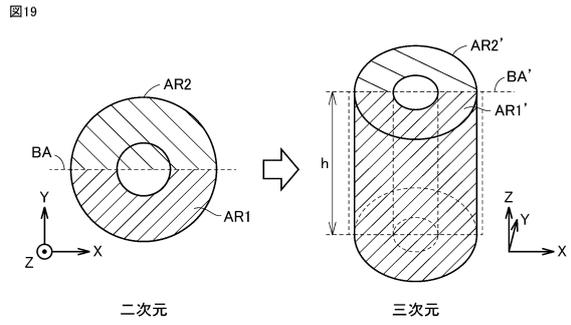
【図18】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

- (72)発明者 フェラン カルラス
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 ラファエル ヴィト
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 サンドラ バヤレス
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

審査官 樋口 幸太郎

- (56)参考文献 特開昭63-109996(JP,A)
特開昭61-051204(JP,A)
国際公開第2016/103307(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 13/00