

(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2019-215769

(P2019-215769A)

(43) 公開日 令和1年12月19日(2019.12.19)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
G06F	3/01	(2006.01)	G06F	3/01	510	3C269	
B25J	13/02	(2006.01)	B25J	13/02		3C707	
G05B	19/414	(2006.01)	G05B	19/414	Q	5E555	
B25J	9/22	(2006.01)	B25J	9/22	A		

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2018-113326 (P2018-113326)	(71) 出願人	504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町36番地1
(22) 出願日	平成30年6月14日(2018.6.14)	(74) 代理人	100114502 弁理士 山本 俊則
		(72) 発明者	小森 雅晴 京都府京都市左京区吉田本町36番地1 国立大学法人京都大学内
		(72) 発明者	田代 健樹 京都府京都市左京区吉田本町36番地1 国立大学法人京都大学内
		(72) 発明者	加藤 裕樹 京都府京都市左京区吉田本町36番地1 国立大学法人京都大学内
		Fターム(参考)	3C269 AB33 BB07 QC05 QC10 最終頁に続く

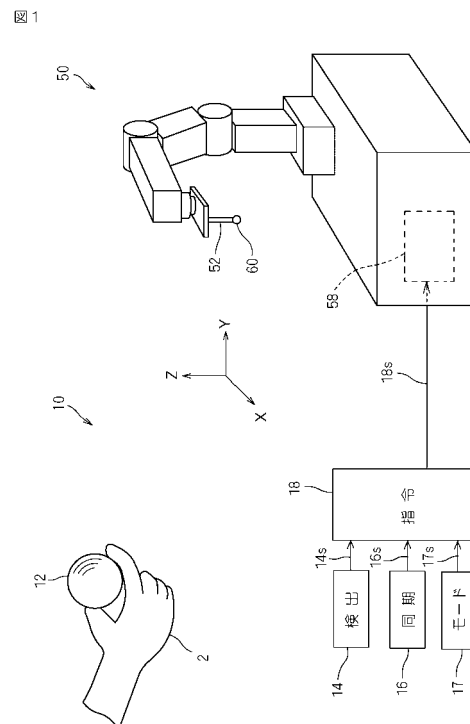
(54) 【発明の名称】 操作装置及び操作方法

(57) 【要約】

【課題】 操作対象の対応部位から離れていても操作可能であり、操作者が視点を変えても同じ感覚で直感的に操作できる操作装置及び操作方法を提供する。

【解決手段】 操作装置10は、(a)立体形状を有する操作部材12と、(b)操作部材12の姿勢の変化を含む操作部材12の状態を検出する検出手段14と、(c)操作部材12の動きと操作対象50の対応部位52の動きとの同期の開始の指示を受け付ける同期指示手段16と、(d)同期指示手段16が同期の開始の指示を受け付けると、検出手段14が検出する操作部材12の状態に基づいて、同期指示手段16が受け付けた同期の開始の指示の後の操作部材12の動きに応じて所定のモードで動く操作対象50の対応部位52の動きを算出し、算出した対応部位52の動きを実現するように操作対象50を動作させるための指令信号を生成する指令手段18と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

立体形状を有する操作部材と、
前記操作部材の姿勢の変化を含む前記操作部材の状態を検出する検出手段と、
前記操作部材の動きと操作対象の対応部位の動きとの同期の開始の指示を受け付ける同期指示手段と、
前記同期指示手段が前記同期の開始の指示を受け付けると、前記検出手段が検出する前記操作部材の前記状態に基づいて、前記同期指示手段が受け付けた前記同期の開始の指示の後の前記操作部材の前記動きに応じて所定のモードで動く前記操作対象の前記対応部位の前記動きを算出し、算出した前記対応部位の前記動きを実現するように前記操作対象を動作させるための指令信号を生成する指令手段と、
を備えたことを特徴とする、操作装置。

10

【請求項 2】

前記指令手段は、前記同期指示手段が前記同期の開始の指示を受け付けたときに前記検出手段が検出した前記操作部材の姿勢と、当該指示を受け付けたときの前記操作対象の前記対応部位の姿勢とが、対応しているとした指令信号を生成することを特徴とする、請求項 1 に記載の操作装置。

【請求項 3】

前記操作部材は、第 1 の仮想直線の方向から見ると回転対称であり、前記第 1 の仮想直線と交わる第 2 の仮想直線の方向から見ると回転対称であり、前記第 1 及び第 2 の仮想直線を含む平面と交わる第 3 の仮想直線の方向から見ると回転対称である外形を有し、前記第 1 乃至第 3 の仮想直線の方向の外形寸法のうち、最小値が最大値の 90% 以上、かつ、100% 以下であることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の操作装置。

20

【請求項 4】

前記操作部材は、球体状、正多面体状、および、半正多面体状のうちのいずれかの外形を有することを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載の操作装置。

【請求項 5】

前記検出手段が検出する前記操作部材の前記状態は、前記操作部材の位置の変化を含むことを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれか一つに記載の操作装置。

【請求項 6】

前記モードは、前記操作部材の外部の空間に固定された基準座標系から見た、前記同期の開始指示後の前記操作部材の前記姿勢の変化に応じて、前記操作対象の前記対応部位の角度又は角速度が変わる角度変化モードを含み、

30

前記指令手段は、前記角度変化モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成することを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のいずれか一つに記載の操作装置。

【請求項 7】

前記指令手段は、

前記基準座標系から見た、前記操作部材の中心を通る前記操作部材の回転中心軸である第 1 の軸のまわりを前記操作部材が前記同期の開始指示後に回転する角度を算出し、

40

前記基準座標系から見たときに、前記操作対象の前記対応部位の基準点を通り、前記第 1 の軸と平行又は平行とみなせる第 2 の軸を中心に回転する前記操作対象の前記対応部位の角度又は角速度が、算出した前記角度に応じて変わるように、前記指令信号を生成することを特徴とする、請求項 6 に記載の操作装置。

【請求項 8】

前記モードは、前記操作部材の外部の空間に固定された基準座標系から見た、前記同期の開始指示後の前記操作部材の前記位置の変化に応じて、前記操作対象の前記対応部位の位置又は並進移動の速度が変わる位置変化モードを含み、

前記指令手段は、前記位置変化モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成することを特徴とする、請求項 5 に記載の操作装置。

50

【請求項 9】

前記指令手段は、

前記基準座標系から見た、前記操作部材が前記同期の開始指示後に移動する移動方向の位置の変化を算出し、

前記基準座標系から見たときに、前記移動方向と平行又は平行とみなせる方向の前記操作対象の前記対応部位の位置又は並進移動の速度が、算出した前記位置の変化に応じて変わるように、前記指令信号を生成することを特徴とする、請求項 8 に記載の操作装置。

【請求項 10】

前記モードは、前記操作部材の前記位置の変化と、前記操作対象の前記対応部位の所定の動きとを対応付ける位置連動モードを含み、

前記指令手段は、前記位置連動モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成することを特徴とする、請求項 5 に記載の操作装置。

10

【請求項 11】

前記モードは、前記操作部材の前記姿勢の変化と、前記操作対象の前記対応部位の所定の動きとを対応付ける姿勢連動モードを含み、

前記指令手段は、前記姿勢連動モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成することを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれか一つに記載の操作装置。

【請求項 12】

前記モードは、前記操作部材の前記位置の変化及び前記姿勢の変化と、前記操作対象の前記対応部位の所定の動きとを対応付ける位置姿勢連動モードを含み、

前記指令手段は、前記位置姿勢連動モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成することを特徴とする、請求項 5 に記載の操作装置。

20

【請求項 13】

予め定められた複数の前記モードから、1 又は 2 以上の前記モードを選択するためのモード選択手段をさらに備え、

前記指令手段は、前記モード選択手段によって選択された前記モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成することを特徴とする、請求項 1 乃至 12 のいずれか一つに記載の操作装置。

【請求項 14】

前記検出手段が前記操作部材に設けられたことを特徴とする、請求項 1 乃至 13 に記載の操作装置。

30

【請求項 15】

前記モードは、前記操作部材の前記位置の 3 自由度及び前記姿勢の 3 自由度の変化のすべてと、前記操作対象の前記対応部位の位置の 3 自由度及び姿勢の 3 自由度の変化のすべてとを対応付ける全オンオフモードを含むことを特徴とする、請求項 5 に記載の操作装置。

【請求項 16】

前記モードは、前記操作部材の前記位置の 3 自由度及び前記姿勢の 3 自由度の合計 6 自由度のうち 1 自由度以上かつ 5 自由度以下の変化と、前記操作対象の前記対応部位の位置の 3 自由度及び姿勢の 3 自由度の合計 6 自由度のうち 1 自由度以上かつ 5 自由度以下の変化とを対応付ける部分オンオフモードを含むことを特徴とする、請求項 5 に記載の操作装置。

40

【請求項 17】

前記同期指示手段は、前記同期の開始の指示に加え、前記同期の終了の指示を受け付けることを特徴とする、請求項 1 乃至 16 のいずれか一つに記載の操作装置。

【請求項 18】

検出手段が、立体形状を有する操作部材の姿勢の変化を含む前記操作部材の状態を検出する第 1 の工程と、

同期指示手段が、前記操作部材の動きと操作対象の対応部位の動きとの同期の開始の指

50

示を受け付ける第2の工程と、

前記同期指示手段が前記同期の開始の指示を受け付けると、指令手段が、前記検出手段が検出する前記操作部材の前記状態に基づいて、前記同期指示手段が受け付けた前記同期の開始の指示の後の前記操作部材の前記動きに応じて所定のモードで動く前記操作対象の前記対応部位の前記動きを算出し、算出した前記対応部位の前記動きを実現するように前記操作対象を動作させるための指令信号を生成する第3の工程と、
を備えたことを特徴とする、操作方法。

【請求項19】

前記検出手段が検出する前記操作部材の前記状態は、前記操作部材の位置の変化を含むことを特徴とする、請求項18に記載の操作方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は操作装置及び操作方法に関し、詳しくは、ロボットのティーチング等に好適に使用することができる操作装置及び操作方法に関する。

【背景技術】

【0002】

工場の製造ラインなどで使用されるロボットは、同じ動作を繰り返す。ロボットが繰り返す動作は、予め教示（記録）しておく必要がある。動作を教示する方式は種々提案されているが、現在、ティーチングペンダントと呼ばれる教示装置（操作装置）を用いてロボットを操作し、操作により実現された動作を記録する方式が主流である。

20

【0003】

例えば、図11は教示装置103の説明図である。図11に示すように、制御装置102を介してロボット101を操作する。教示装置103は、従来のキーやジョイスティックによる教示のほかに、6自由度ポインティング装置104による教示を可能とする。例えば、6自由度ポインティング装置104の球面上の1点を操作者の手105で接触することにより、ロボット101の移動方向106を指示する。6自由度ポインティング装置104の球面上の2点を操作者の手105で接触することにより、ロボットの手先を回転させるときの回転軸の方向を指示する（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

30

ダイレクトティーチと呼ばれる方式では、ロボット本体、あるいはロボットに取り付けたハンドルなどを操作者が直接持って動かして、所定の動作を教示する。

【0005】

例えば、図12は、アーク溶接用ロボットの教示装置204の説明図である。図12に示すように、教示装置204は、球体のグリップ242上に、X、Y、Z軸の正逆方向に移動させるための押しボタン式の移動指令スイッチ431～436と、X、Y、Z軸まわりRX、RY、RZの正逆方向に回転させるためのレバー式の回転指令スイッチ441～443が配置されている。この教示装置204は、スイッチ431～436、441～443の位置や操作方向がロボットの移動方向に一致するように、アタッチメント241を介して、ロボットが把持する溶接トーチに着脱自在に取り付ける。アタッチメント241には、動作速度を選択するためのスイッチ245が設けられている（例えば、特許文献2参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平5-313731号公報

【特許文献2】特開2001-260062号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

図 1 1 に示した操作装置 1 0 3 は、動作させる方向に応じて、キーやジョイスティックに加え 6 自由度ポインティング装置 1 0 4 を、適切に選択して操作する必要がある。図 1 2 に示した操作装置 2 0 4 は、動作させる方向に応じてスイッチを選択して操作する必要がある。どの操作要素を操作するかを考える必要があるので、直感的に操作することが困難であり、操作には熟練を要する。

【 0 0 0 8 】

ティーチングペンダントの方式では、操作者が教示装置を持って移動し、視点を変えてロボット的位置や姿勢を確認しながら操作する場合、視線の方向と、教示装置の操作要素の操作方向と、ロボットが動作する方向との対応関係が変化する。そのため、直感的に操作できず、操作には熟練を要する。

10

【 0 0 0 9 】

ダイレクトティーチは、操作対象であるロボットの対応部位そのものを直接動かすため、ティーチングペンダントに比べ直感性に優れる。しかしながら、対応部位から離れて操作できず、安全性の確保のため小型のロボットなどに適用範囲が限られている。

【 0 0 1 0 】

本発明は、かかる実情に鑑み、操作対象の対応部位から離れていても操作可能であり、操作者が視点を変えても同じ感覚で直感的に操作できる操作装置及び操作方法を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記課題を解決するために、以下のように構成した操作装置を提供する。

20

【 0 0 1 2 】

操作装置は、(a) 立体形状を有する操作部材と、(b) 前記操作部材の姿勢の変化を含む前記操作部材の状態を検出する検出手段と、(c) 前記操作部材の動きと操作対象の対応部位の動きとの同期の開始の指示を受け付ける同期指示手段と、(d) 前記同期指示手段が前記同期の開始の指示を受け付けると、前記検出手段が検出する前記操作部材の前記状態に基づいて、前記同期指示手段が受け付けた前記同期の開始の指示の後の前記操作部材の前記動きに応じて所定のモードで動く前記操作対象の前記対応部位の前記動きを算出し、算出した前記対応部位の前記動きを実現するように前記操作対象を動作させるための指令信号を生成する指令手段と、を備える。

30

【 0 0 1 3 】

上記構成において、指令信号に従って操作対象が動作すると、指令手段が算出した操作対象の対応部位の動きが実現される。

【 0 0 1 4 】

上記構成によれば、操作者は、立体形状を有する操作部材を動かすことによって、所定のモードで操作対象の対応部位が動くように操作対象を操作することができ、操作対象の対応部位から離れていても操作可能であり、操作対象の対応部位を見る方向や見る部分を変えるなどして操作者が視点を変えても同じ感覚で直感的に操作できる。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、前記指令手段は、前記同期指示手段が前記同期の開始の指示を受け付けたときに前記検出手段が検出した前記操作部材の姿勢と、当該指示を受け付けたときの前記操作対象の前記対応部位の姿勢とが、対応しているとした指令信号を生成する。

40

【 0 0 1 6 】

この場合、指令手段は、同期指示手段が同期の開始の指示を受け付けたときに、操作部材の姿勢と操作対象の対応部位の姿勢とが対応しているとして扱い、指令信号を生成する。

【 0 0 1 7 】

操作部材は、どのような外形の立体形状を有してもよい。

【 0 0 1 8 】

好ましくは、前記操作部材は、第 1 の仮想直線の方向から見ると回転対称であり、前記

50

第1の仮想直線と交わる第2の仮想直線の方向から見ると回転対称であり、前記第1及び第2の仮想直線を含む平面と交わる第3の仮想直線の方向から見ると回転対称である外形を有し、前記第1乃至第3の仮想直線の方向の外形寸法のうち、最小値が最大値の90%以上、かつ、100%以下である。

【0019】

上記構成によれば、操作部材の外形は、第1乃至第3の仮想直線と平行な軸を有するものの、軸方向の寸法が同じか略同じであり、操作者が一つの長軸を特定することが困難であるので、操作部材の外形は、実質的に方向性がない。そのため、同期の開始時において操作対象の対応部位の姿勢と操作部材の姿勢とがどのように対応していようと、操作者は、同じ感覚で直感的に操作できる。

【0020】

好ましくは、前記操作部材は、球体状、正多面体状、および、半正多面体状のうちのいずれかの外形を有する。

【0021】

好ましくは、前記検出手段が検出する前記操作部材の前記状態は、前記操作部材の位置の変化を含む。

【0022】

この場合、操作部材の姿勢と位置の6自由度の動きと、操作対象の対応部位の姿勢と位置の6自由度の動きを同期させることが容易である。

【0023】

好ましくは、前記モードは、前記操作部材の外部の空間に固定された基準座標系から見た、前記同期の開始指示後の前記操作部材の前記姿勢の変化に応じて、前記操作対象の前記対応部位の角度又は角速度が変わる角度変化モードを含む。前記指令手段は、前記角度変化モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成する。

【0024】

この場合、好ましくは、前記指令手段は、(i)前記基準座標系から見た、前記操作部材の中心を通る前記操作部材の回転中心軸である第1の軸のまわりを前記操作部材が前記同期の開始指示後に回転する角度を算出し、(ii)前記基準座標系から見たときに、前記操作対象の前記対応部位の基準点を通り、前記第1の軸と平行又は平行とみなせる第2の軸を中心に回転する前記操作対象の前記対応部位の角度又は角速度が、算出した前記角度に応じて変わるように、前記指令信号を生成する。

【0025】

好ましくは、前記モードは、前記操作部材の外部の空間に固定された基準座標系から見た、前記同期の開始指示後の前記操作部材の前記位置の変化に応じて、前記操作対象の前記対応部位の位置又は並進移動の速度が変わる位置変化モードを含む。前記指令手段は、前記位置変化モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成する。

【0026】

この場合、好ましくは、前記指令手段は、(i)前記基準座標系から見た、前記操作部材が前記同期の開始指示後に移動する移動方向の位置の変化を算出し、(ii)前記基準座標系から見たときに、前記移動方向と平行又は平行とみなせる方向の前記操作対象の前記対応部位の位置又は並進移動の速度が、算出した前記位置の変化に応じて変わるように、前記指令信号を生成する。

【0027】

好ましくは、前記モードは、前記操作部材の前記位置の変化と、前記操作対象の前記対応部位の所定の動きとを対応付ける位置連動モードを含む。前記指令手段は、前記位置連動モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成する。

【0028】

好ましくは、前記モードは、前記操作部材の前記姿勢の変化と、前記操作対象の前記対応部位の所定の動きとを対応付ける姿勢連動モードを含む。前記指令手段は、前記姿勢連

10

20

30

40

50

動モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成する。

【0029】

好ましくは、前記モードは、前記操作部材の前記位置の変化及び前記姿勢の変化と、前記操作対象の前記対応部位の所定の動きとを対応付ける位置姿勢連動モードを含む。前記指令手段は、前記位置姿勢連動モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成する。

【0030】

好ましくは、予め定められた複数の前記モードから、1又は2以上の前記モードを選択するためのモード選択手段をさらに備える。前記指令手段は、前記モード選択手段によって選択された前記モードで前記操作対象の前記対応部位が動くように、前記指令信号を生成する。この場合、適用するモードを、複数のモードから選択することができる。

10

【0031】

好ましくは、前記検出手段が前記操作部材に設けられる。この場合、操作部材の周囲の環境に影響されずに、操作部材の状態を検出することが可能である。

【0032】

好ましくは、前記モードは、前記操作部材の前記位置の3自由度及び前記姿勢の3自由度の変化のすべてと、前記操作対象の前記対応部位の位置の3自由度及び姿勢の3自由度の変化のすべてとを対応付ける全オンオフモードを含む。

【0033】

好ましくは、前記モードは、前記操作部材の前記位置の3自由度及び前記姿勢の3自由度の合計6自由度のうち1自由度以上かつ5自由度以下の変化と、前記操作対象の前記対応部位の位置の3自由度及び姿勢の3自由度の合計6自由度のうち1自由度以上かつ5自由度以下の変化とを対応付ける部分オンオフモードを含む。

20

【0034】

好ましくは、前記同期指示手段は、前記同期の開始の指示に加え、前記同期の終了の指示を受け付ける。

【0035】

また、本発明は、上記課題を解決するために、以下のように構成した操作方法を提供する。

【0036】

操作方法は、(i)検出手段が、立体形状を有する操作部材の姿勢の変化を含む前記操作部材の状態を検出する第1の工程と、(ii)同期指示手段が、前記操作部材の動きと操作対象の対応部位の動きとの同期の開始の指示を受け付ける第2の工程と、(iii)前記同期指示手段が前記同期の開始の指示を受け付けると、指令手段が、前記検出手段が検出する前記操作部材の前記状態に基づいて、前記同期指示手段が受け付けた前記同期の開始の指示の後の前記操作部材の前記動きに応じて所定のモードで動く前記操作対象の前記対応部位の前記動きを算出し、算出した前記対応部位の前記動きを実現するように前記操作対象を動作させるための指令信号を生成する第3の工程と、を備える。

30

【0037】

上記方法によれば、操作者は、立体形状を有する操作部材を動かすことによって、所定のモードで操作対象の対応部位が動くように操作対象を操作することができ、操作対象の対応部位から離れていても操作可能であり、操作対象の対応部位を見る方向や見る部分を変えるなどして操作者が視点を変えても同じ感覚で直感的に操作できる。

40

【0038】

好ましくは、前記検出手段が検出する前記操作部材の前記状態は、前記操作部材の位置の変化を含む。

【0039】

この場合、操作部材の姿勢と位置の6自由度の動きと、操作対象の対応部位の姿勢と位置の6自由度の動きを同期させることが容易である。

【発明の効果】

50

【 0 0 4 0 】

本発明によれば、操作対象の対応部位から離れていても操作可能であり、操作者が視点を変えても同じ感覚で直感的に操作できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 1 】

【 図 1 】 図 1 は操作装置の説明図である。(第 1 の実施形態)

【 図 2 】 図 2 は角度変化モードの説明図である。(第 1 の実施形態)

【 図 3 】 図 3 は位置変化モードの説明図である。(第 1 の実施形態)

【 図 4 】 図 4 は操作装置の基本的な動作のフローチャートである。(第 1 の実施形態)

【 図 5 】 図 5 は操作装置のブロック図である。(実施例 1)

10

【 図 6 】 図 6 は操作装置のブロック図である。(実施例 2)

【 図 7 】 図 7 は操作装置の説明図である。(第 2 の実施形態)

【 図 8 】 図 8 は実験の様子を示す写真である。(実験例)

【 図 9 】 図 9 は視点の説明図である。(実験例)

【 図 1 0 】 図 1 0 は実験結果のグラフである。(実験例)

【 図 1 1 】 図 1 1 は教示装置の説明図である。(従来例 1)

【 図 1 2 】 図 1 2 は教示装置の説明図である。(従来例 2)

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 2 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

20

【 0 0 4 3 】

< 第 1 の実施形態 > 第 1 の実施形態について、図 1 ~ 図 4 を参照しながら説明する。図 1 は、第 1 の実施形態の操作装置 1 0 の構成を示す説明図である。図 1 に示すように、操作装置 1 0 は、操作部材 1 2 と、検出手段 1 4 と、同期指示手段 1 6 と、指令手段 1 8 とを備え、好ましくは、モード選択手段 1 7 をさらに備える。操作装置 1 0 は、操作者が操作部材 1 2 を手 2 に持って動かすと、操作部材 1 2 と対応付けられた操作対象 5 0 の対応部位 5 2 が操作部材 1 2 の動きに応じて所定のモードで動くように、操作対象 5 0 を動作させることができる。

【 0 0 4 4 】

操作部材 1 2 は、立体形状を有し、好ましくは、実質的に方向性の無い外形を有する。すなわち、操作部材 1 2 は、第 1 の仮想直線の方角から見ると回転対称であり、第 1 の仮想直線と交わる第 2 の仮想直線の方角から見ると回転対称であり、第 1 及び第 2 の仮想直線を含む平面と交わる第 3 の仮想直線の方角から見ると回転対称である外形を有し、第 1 乃至第 3 の仮想直線の方角の外形寸法のうち、最小値が最大値の 9 0 % 以上、かつ、1 0 0 % 以下である。操作部材 1 2 は回転対称の外形を有するので、 n を 2 以上の整数とすると、第 1 乃至第 3 の仮想直線と平行な軸まわりに $(360/n)^\circ$ 回転させたとき、操作部材 1 2 は、回転させる前と回転させた後とで姿勢を区別できない。操作部材 1 2 の外形は、第 1 乃至第 3 の仮想直線と平行な軸を有するものの、軸方向の寸法が同じか略同じであり、操作者が一つの長軸を特定することが困難であるので、操作部材の外形は、実質的に方向性がない。操作部材 1 2 は、3 つ以上の軸を有する外形、又は、これらの外形の一部が突出又は後退した外形を有し、例えば、球体状、正多面体状、半正多面体状などの外形を有する。なお、正多面体は、1 種類の正多角形で構成され、半正多面体は、正五角形と正六角形とを組み合わせたサッカーボールのように、複数種類の正多角形で構成される。操作部材 1 2 の外形は、消波ブロックのような四脚形状や、直径と高さが同一又は略同一の寸法である直円筒などでもよい。

30

40

【 0 0 4 5 】

操作部材 1 2 は、肉眼で容易に認識することができ、手 2 で容易に取り扱うことができる大きさとする。操作部材 1 2 の最大外形寸法は、2 0 mm 以上、かつ、1 5 0 mm 以下が好ましく、5 0 mm 以上、かつ、1 0 0 mm 以下がより好ましい。

【 0 0 4 6 】

50

検出手段 1 4 は、操作部材 1 2 の状態を検出し、検出結果を検出信号として、矢印 1 4 s で示すように指令手段 1 8 に送出する。検出手段 1 4 が検出する操作部材 1 2 の状態は、少なくとも操作部材 1 2 の姿勢の状態を含み、好ましくは、操作部材 1 2 の姿勢及び位置の状態を含む。操作部材 1 2 の姿勢の状態は、例えば、操作部材 1 2 の外部の空間に固定された基準座標系から見た、操作部材 1 2 に固定された座標系の座標軸の傾き角そのもの、あるいは傾き角の角速度、角加速度などで検出することができる。操作部材 1 2 の位置の状態は、例えば、操作部材 1 2 の外部の空間に固定された基準座標系から見た、操作部材 1 2 に固定された基準点の座標値そのもの、あるいは基準点の座標値の変化の速度又は加速度などで検出することができる。

【 0 0 4 7 】

10

検出手段 1 4 が検出する操作部材 1 2 の状態が、操作部材 1 2 の姿勢及び位置の状態を含む場合には、操作部材の姿勢と位置の 6 自由度の動きと、操作対象の対応部位の姿勢と位置の 6 自由度の動きを同期させることが容易である。検出手段 1 4 の一部又は全部が操作部材 1 2 に配置されても構わないし、検出手段 1 4 の全部が操作部材 1 2 の外部に配置されても構わない。検出手段 1 4 を操作部材 1 2 に配置すると、操作部材の周囲の環境に影響されずに、操作部材の状態を検出することが可能である。

【 0 0 4 8 】

同期指示手段 1 6 は、操作部材 1 2 の動きと操作対象 5 0 の対応部位 5 2 の動きとの同期の開始の指示を受け付け、好ましくは、同期の開始及び終了の指示を受け付ける。同期指示手段 1 6 は、指示操作を受け付けるスイッチ、ボタン、キー等を含み、指示操作を受け付けると、同期の開始を指示する同期開始信号や、同期の終了を指示する同期終了信号を、矢印 1 6 s で示すように指令手段 1 8 に送出する。同期指示手段 1 6 の一部又は全部が操作部材 1 2 に配置されても構わないし、同期指示手段 1 6 の全部が操作部材 1 2 の外部に配置されても構わない。

20

【 0 0 4 9 】

指令手段 1 8 は、同期指示手段 1 6 が同期の開始の指示を受け付けると（すなわち、同期開始信号が同期指示手段 1 6 から指令手段 1 8 に送出されると）、検出手段 1 4 が検出する操作部材 1 2 の状態（すなわち、検出手段 1 4 から送出される検出信号）に基づいて、同期の開始の指示後の操作部材 1 2 の動きに応じて所定のモードで動く操作対象 5 0 の対応部位 5 2 の動きを算出し、算出した対応部位 5 2 の動きを実現するように操作対象 5 0 を動作させるための指令信号を生成する。指令信号は、矢印 1 8 s で示すように操作対象 5 0 の制御装置 5 8 に送出される。制御装置 5 8 は、指令信号に従って操作対象 5 0 を動作させる。その結果、操作対象 5 0 の対応部位 5 2 は、指令手段 1 8 が算出した操作対象 5 0 の対応部位 5 2 の動きを実現する。

30

【 0 0 5 0 】

つまり、指令手段 1 8 は、同期指示手段が同期の開始の指示を受け付けたときに、操作部材 1 2 の姿勢と操作対象 5 0 の対応部位 5 2 の姿勢とが一致しているとして扱い、指令信号を生成し、送出する。

【 0 0 5 1 】

操作部材 1 2 の動きと操作対象 5 0 の対応部位 5 2 の動きとを対応付けるモードは、直感的な操作が可能となるように決める。最も分かりやすいモードは、操作対象 5 0 の対応部位 5 2 の動きを、操作部材 1 2 の動きと一致させるモードである。

40

【 0 0 5 2 】

モード選択手段 1 7 を備えると、適用するモードを、複数のモードから選択することができる。モード選択手段 1 7 は、予め定められた複数のモードから、1 又は 2 以上のモードを選択するための手段であり、モードの選択を受け付けるスイッチ、ボタン、キー等を含み、選択を受け付けたモードに対応するモード選択信号を、矢印 1 7 s で示すように指令手段 1 8 に送出する。

【 0 0 5 3 】

モードとしては、以下に説明する角度変化モード、位置変化モード、位置連動モード、

50

姿勢連動モード、位置姿勢連動モードなどを挙げることができる。

【0054】

角度変化モードについて、図2を参照しながら説明する。

【0055】

図2(a)は、第1の角度変化モードの説明図である。図2(a)に示すように、第1の角度変化モードは、操作部材12の外部の空間に固定された基準座標系X-Y-Zから見た、同期の開始指示後の操作部材12の姿勢の変化に応じて、操作対象50の対応部位52の角度が変わるモードであり、対応部位52の角度を指令することができる。操作者が手2で持っている操作部材12を矢印70の方向にひねるように動かす(回転させる)と、操作部材12は、第1の軸70sを中心に回転して姿勢が変化する。第1の軸70sと平行又は平行とみなせる、操作対象50の対応部位52の基準点60(例えば、ツール52の先端60)を通る第2の軸80sを中心に、矢印80で示す方向に対応部位52を回転させるように操作対象50が動き、対応部位52の姿勢が操作部材12の姿勢に応じて変化する。

10

【0056】

第1の角度変化モードが選択されたとき、指令手段18は、検出信号に基づいて、基準座標系X-Y-Zから見た第1の軸70s、すなわち、操作部材12の中心を通る回転中心軸70sのまわりを操作部材12が同期の開始指示後に回転する角度を算出する。そして、基準座標系X-Y-Zから見たときに、操作対象50の対応部位52の基準点60を通り、第1の軸70sと平行又は平行とみなせる第2の軸80sを中心に操作対象50の対応部位52が回転する角度が、算出した角度に応じて変わるように、指令信号を生成する。例えば、 $\theta = c_1$ 、 $\omega = f_1(\theta)$ などの適宜な関係式を満たす角度を算出する(c_1 は定数、 f_1 は関数)。例えば、 c_1 を1より小さい値とすると微調整しやすい。そして、操作対象50の対応部位52が第2の軸80sを中心に回転し、操作対象50の対応部位52が算出された角度の回転を実現するように操作対象50を動作させるための指令信号を生成する。

20

【0057】

図2(b)は、第2の角度変化モードの説明図である。図2(b)に示すように、第2の角度変化モードは、基準座標系X-Y-Zから見た、同期の開始指示後の操作部材12の姿勢変化に応じて、操作対象50の対応部位56の角速度が変化するモードであり、対応部位56の角速度を指令することができる。操作者が手2で持っている操作部材12を、操作部材12の中心を通り、操作対象50の対応部位56(例えば、操作対象50のチャック54に取り付けたドリル56)の回転中心軸82sと平行又は平行とみなせる第1の軸72sを中心に、矢印72の方向にひねるように動かす(回転させる)と、操作部材12の回転角に応じて、回転中心軸82sを中心に回転する操作対象50の対応部位56の回転速度(すなわち、角速度)が変化するよう、角速度を指令することができる。

30

【0058】

第2の角度変化モードが選択されたとき、指令手段18は、検出信号に基づいて、基準座標系X-Y-Zから見た、第1の軸72s、すなわち、操作部材12の中心を通る回転中心軸72sのまわりを操作部材12が回転する角度を算出する。そして、基準座標系X-Y-Zから見たときに、操作対象50の対応部位56の基準点62(例えば、対応部位56の先端62)を通り、第1の軸72sと平行又は平行とみなせる対応部位56の回転中心軸82s、すなわち第2の軸82sを中心に回転する操作対象50の対応部位56の角速度が、算出した角度に応じて変わるように、指令信号を生成する。例えば、 $\omega = c_2$ 、 $\theta = f_2(\omega)$ などの適宜な関係式を満たすように、指令信号を生成する(c_2 は定数、 f_2 は関数)。

40

【0059】

例えば、図2(a)において第1及び第2の角度変化モードが選択可能であれば、対応部位52の姿勢を大きく変えたい場合は第2の角度変化モード(角速度指令)を選択し、微調整したい場合は第1の角度変化モード(角度指令)を選択するというように、第1及

50

び第2の角度変化モードを使い分けることができる。

【0060】

「角度値」を指令する第1の角度変化モードの場合も、「角速度（角度の変化速度）」を指令する第2の角度変化モードの場合も、操作部材12を回転させるという共通の動作で操作可能である。

【0061】

位置変化モードについて、図3を参照しながら説明する。図3は、位置変化モードの説明図である。

【0062】

図3に示すように、第1の位置変化モードは、基準座標系X-Y-Zから見た、同期の開始指示後の操作部材12の位置変化に応じて、操作対象50の対応部位56の位置が変化するモードであり、対応部位56の位置を指令することができる。操作者が手で持っている操作部材12を矢印74の方向に移動させると、操作対象50の対応部位56の基準点62（例えば、ツール56の先端62）が、操作部材12の移動方向と平行又は平行とみなせる矢印84で示す方向に並進移動する。この場合、ツール56の位置は、操作部材12の位置に対応する位置に変化する。操作対象50の対応部位56の基準点62の移動方向が、操作部材12の移動方向と平行である又は平行であるとみなせると、直感的に理解しやすいため、操作が容易である。

10

【0063】

第2の位置変化モードは、基準座標系X-Y-Zから見た、同期の開始指示後の操作部材12の位置の変化に応じて、操作対象50の対応部位56の並進移動の速度が変化するモードであり、対応部位56の並進移動の速度を指令することができる。操作者が手で持っている操作部材12を矢印74で示す方向に移動させると、操作対象50の対応部位56の基準点62の矢印84で示す方向の並進移動の速度が変化する。例えば、操作部材12が初期位置から下方に移動するほど、操作対象50の対応部位56の基準点62の並進移動の速度が大きくなり、操作部材12が初期位置に戻ると、操作対象50の対応部位56の基準点62は、並進移動を停止する。

20

【0064】

第1及び第2の位置変化モードのとき、指令手段18は、基準座標系X-Y-Zから見た、操作部材12が同期の開始指示後に移動する移動方向（矢印74で示す方向）の位置の変化を算出し、基準座標系X-Y-Zから見たときに、操作部材12の移動方向と平行又は平行とみなせる方向（矢印84で示す方向）の操作対象50の対応部位56の位置又は並進移動の速度が、算出した操作部材12の位置の変化に応じて変わるように、指令信号を生成する。

30

【0065】

第1及び第2の位置変化モードを選択可能にすると、大きく移動したい場合は第2の位置変化モード（速度指令）、微調整したい場合は第1の位置変化モード（位置指令）というように使い分けることができる。

【0066】

姿勢を操作する角度変化モードと、位置を操作する位置変化モードとを組み合わせると、操作対象50の対応部位52, 56の位置及び姿勢の合計6自由度を操作可能である。

40

【0067】

位置連動モードは、操作部材の位置の変化と、操作対象の対応部位の所定の動き（例えば、姿勢の変化及び/又は位置の変化など）とを対応付けるモードである。前述した位置変化モードは、位置連動モードの一種である。

【0068】

姿勢連動モードは、操作部材の姿勢の変化と、操作対象の対応部位の所定の動き（例えば、姿勢の変化及び/又は位置の変化など）とを対応付けるモードである。前述した姿勢変化モードは、姿勢連動モードの一種である。

【0069】

50

位置姿勢連動モードは、操作部材の位置の変化及び姿勢の変化と、操作対象の所定の動き（例えば、姿勢の変化及び／又は位置の変化など）とを対応付けるモードである。

【0070】

位置姿勢連動モードは、操作部材の位置の3自由度及び姿勢の3自由度の変化のすべてと、操作対象の対応部位の位置の3自由度及び姿勢の3自由度の変化のすべてとを対応付ける全オンオフモードを含んでもよい。

【0071】

全オンオフモード以外のモードは、操作部材の位置の3自由度及び姿勢の3自由度の合計6自由度のうち1自由度以上かつ5自由度以下の変化と、操作対象の対応部位の位置の3自由度及び姿勢の3自由度の合計6自由度のうち1自由度以上かつ5自由度以下の変化とを対応付ける部分オンオフモードである。

【0072】

図4は、操作装置10の基本的な動作のフローチャートである。図4に示すように、モード選択手段17から指令手段18にモード選択信号が送出されるのを待ち（S10でN）、モード選択手段17から指令手段18にモード選択信号が送出されると（S10でY）、同期指示手段16から指令手段18に同期開始信号が送出されるのを待ち（S12でN）、同期指示手段16から指令手段18に同期開始信号が送出されると（S12でY）、検出手段14は操作部材12の動きを計測して検出信号を指令手段18に送出する（S14）。指令手段18は、検出手段14から送出された検出信号に基づいて、指令信号を生成する（S16）。同期指示手段16から指令手段18に同期終了信号が送出されない間は（S18でN）、操作部材12の動きを計測し（S14）、指令信号を生成する（S16）。同期指示手段16から指令手段18に同期終了信号が送出されると（S18でY）、動作を終了する。

【0073】

検出手段14は、選択されたモードで必要となるデータのみを含む検出信号を、指令手段18に送出してもよい。検出手段14は、同期開始信号の送出（S12）に関わらず、常に操作部材12の動きを計測して検出信号を指令手段18に送出しても構わない。その場合、指令手段18は、同期開始信号に基づいて、S16のタイミングで指令信号を生成する。

【0074】

操作装置10を用いると、操作者は、操作部材12を動かすことによって、操作対象50の対応部位52、56そのものを手前に持って来て動かしているような感覚で、操作対象50の対応部位52、56の姿勢や位置を操作可能である。操作者は、操作対象50の対応部位52、56までの距離や視点を変えても、同じ感覚で操作できる。

【0075】

同期指示手段16により同期の開始及び終了を指示できると、操作部材12を用いて行う操作のON/OFF切り替えが可能であり、OFFになっている間は操作部材12が動いても、操作対象50は動かない。これにより、操作者が操作対象50の側面に回りこんだ時などに意図せず操作対象50が動いてしまうことがない。

【0076】

同期開始から同期終了までの間、操作部材12の姿勢が常に計測されているようにすると、操作者の視点が変わっても、「操作対象50の姿勢は、操作部材12の姿勢と見かけ上同じように変化する」という操作感覚が保たれるようにすることが可能である。

【0077】

操作部材12が実質的に方向性の無い外形を有する場合、同期の開始時において操作部材12がどのような姿勢や位置であっても、同期の開始後、操作者は同じ感覚で操作部材12を動かすことによって、操作対象50の対応部位52、56が操作部材12の動きに応じて動くように、操作対象50を動作させることができる。操作装置10は、「操作部材12の姿勢を、操作対象50の対応部位52、56の姿勢に一度合わせてから操作する」という手間がなく、座標系や回転軸を意識して行う特別な操作は必要ない。

10

20

30

40

50

【0078】

操作部材12が実質的に方向性の無い外形を有するか否かに関わらず、操作者は、立体形状を有する操作部材12を動かすことによって、所定のモードで操作対象50の対応部位52, 56が動くように操作対象50を操作することができ、操作対象50の対応部位52, 56から離れていても操作可能であり、操作対象50の対応部位52, 56を見る方向や見る部分を変えるなどして操作者が視点を変えても同じ感覚で直感的に操作できる。特に、操作部材12が実質的に方向性の無い外形を有する場合には、同期の開始時において操作対象50の対応部位52, 56の姿勢と操作部材12の姿勢とがどのように対応していようと、操作者は、同じ感覚で直感的に操作できる。

【0079】

次に、図5～図6を参照しながら、実施例を説明する。

【0080】

<実施例1> 図5は、実施例1の操作装置10aの構成を示すブロック図である。図5に示すように、操作装置10aは、操作部材12aと、指示部材13と、装置本体19aとを備えている。

【0081】

操作部材12aは、外形が球体状の筐体の内部に、検出手段として、操作部材12aの状態を検出するためのジャイロセンサや加速度センサ等のセンサ12sと、センサ12sの検出結果を検出信号として装置本体19aに無線又は有線で送出するための通信ユニット12x等が配置されている。

【0082】

指示部材13には、教示作業のON/OFF、すなわち、操作部材12aの動きと操作対象の対応部位の動きの同期の開始/終了を指示するための同期操作スイッチ13sと、モードを選択するためのモード選択スイッチ13tと、同期操作スイッチ13sの操作情報(すなわち、同期開始信号及び同期終了信号)とモード選択スイッチ13tの操作情報(すなわち、モード選択信号)を、装置本体19aに無線又は有線で送出するための通信ユニット13x等が配置されている。指示部材13は、同期指示手段及びモード選択手段である。

【0083】

装置本体19aは、所定のプログラムに従って動作するコンピュータであり、通信ユニット19pと、演算処理部19qと、操作対象の制御装置58に指令信号を出力するインターフェース19x等を備えている。装置本体19aは、指令手段である。操作部材12a及び指示部材13と、装置本体19aとが無線を介して接続されると、配線が邪魔にならないので操作が容易になる。操作部材12aと指示部材13とが、無線又は有線で、直接、互いに接続されても構わない。

【0084】

演算処理部19qは、操作部材12aの動きを算出する操作算出部19sと、指令信号を生成する指令生成部19tとを含んでいる。操作算出部19s及び指令生成部19tは、ソフトウェアで構成することができるが、ハードウェア、例えば、ASIC(Application Specific Integrated Circuit、特定用途向け集積回路)や論理回路などを含む電気回路で構成してもよい。

【0085】

操作算出部19sは、操作部材12aに設けられたセンサ12sからのデータ(操作部材12aから送出された検出信号)に基づいて、所定時間間隔で、基準座標系X-Y-Zから見た操作部材12aの姿勢と位置を算出して、算出した姿勢と位置の差分により、基準座標系から見た操作部材12aの姿勢と位置の変化を算出する。例えば、センサ12sは、センサ12sに固定された座標系x-y-z(以下、「センサ座標系」という。)について、x, y, z軸まわりの角速度と、x, y, z軸方向の並進加速度を検出する。操作算出部19sは、センサ座標系から見たセンサ12sのセンサの姿勢の変化(角度、回転行列、クォータニオンなどの変化)と位置の変化(座標値の変化)とのデータを、基準

10

20

30

40

50

座標系から見たデータに変換して、操作部材 1 2 a の位置の変化と姿勢の変化を算出する。

【 0 0 8 6 】

操作算出部 1 9 s は、操作部材 1 2 a の姿勢と位置の変化を算出した後、操作部材 1 2 a の姿勢と位置を算出してもよい。例えば、操作部材 1 2 a のセンサ 1 2 s が加速度を検出する場合、それをもとに位置及び姿勢の変化を算出してから位置及び姿勢を算出してもよい。

【 0 0 8 7 】

指令生成部 1 9 t は、指示部材 1 3 のモード選択スイッチ 1 3 t の操作によって選択されたモードで操作対象 5 0 の対応部位 5 2 が動くように、操作算出部 1 9 s が算出した基準座標系から見た操作部材 1 2 a の位置の変化と姿勢の変化とに基づいて、指令信号を生成する。

10

【 0 0 8 8 】

操作装置 1 0 a は、一方の手で操作部材 1 2 a を動かし、他方の手で指示部材 1 3 を操作することによって、一人の操作者が使用可能である。

【 0 0 8 9 】

指示部材 1 3 の代わりに、装置本体 1 9 a に接続されたキーボードやタッチパネル等の入力装置を用いて、同期指示手段やモード選択手段を構成することも可能である。

【 0 0 9 0 】

操作部材 1 2 a の表面にスイッチ等を設けて、操作部材 1 2 a に、同期指示手段やモード選択手段の一部を構成することも可能である。操作部材 1 2 a に選択手段と指令手段との全部を配置し、選択手段と指令手段とを操作部材 1 2 a と一体に構成することも可能である。

20

【 0 0 9 1 】

< 実施例 2 > 操作部材 1 2 b の外部から操作部材 1 2 b の動きを検出する実施例 2 の操作装置 1 0 b について、図 6 を参照しながら説明する。図 6 は、操作装置 1 0 b の構成を示すブロック図である。実施例 2 は、実施例 1 と略同様に構成されている。実施例 2 では、実施例 1 と同じ構成部分には同じ符号を用い、実施例 1 との相違点を中心に説明する。

【 0 0 9 2 】

図 6 に示すように、操作装置 1 0 b は、操作部材 1 2 b と、実施例 1 と同じ構成の指示部材 1 3 と、操作部材 1 2 b の外部に設けたカメラ 1 4 x と、装置本体 1 9 b とを備えている。

30

【 0 0 9 3 】

カメラ 1 4 x は、操作部材 1 2 b を撮影し、撮影データを装置本体 1 9 b に送出する。装置本体 1 9 b は、撮影データに基づいて、操作部材 1 2 b の姿勢と位置を算出する点が、実施例 1 と異なる。装置本体 1 9 b は、実施例 1 と同様に、選択されたモードに従って、操作部材 1 2 b の動きに応じて操作対象の対応部位が動くように、操作対象を動作させる指令信号を生成する。

【 0 0 9 4 】

< 第 2 の実施形態 > 図 7 は、第 2 の実施形態の操作装置 1 0 k の構成を示す説明図である。図 7 に示すように、第 2 の実施形態では、操作部材 1 2 を動かして、例えば画面 9 0 に表示される操作対象 5 0 k を操作する。第 2 の実施形態は、第 1 の実施形態と略同様の構成である。以下では、第 1 の実施形態と同じ構成部分には同じ符号を用い、第 1 の実施形態との相違点を中心に説明する。

40

【 0 0 9 5 】

図 7 に示すように、操作装置 1 0 k は、操作部材 1 2 と、検出手段 1 4 と、同期指示手段 1 6 と、モード選択手段 1 7 と、指令手段 1 8 k とを備える。操作装置 1 0 k は、指令手段 1 8 k 以外は、第 1 の実施形態と同じ構成である。

【 0 0 9 6 】

50

指令手段 18k は、同期指示手段 16 が同期の開始の指示を受け付けると、検出手段 14 からの検出信号に基づいて、操作部材 12 の外部に固定された第 1 の基準座標系 $X_1 - Y_1 - Z_1$ から見た同期の開始指示後の操作部材 12 の動きを算出する。例えば、同期の開始指示後の操作部材 12 の X_1, Y_1, Z_1 軸まわりの角度の変化（すなわち、姿勢の変化）や、 X_1, Y_1, Z_1 軸方向の移動（すなわち、位置の変化）を算出する。そして、算出した操作部材 12 の動きに応じて所定のモードで動く操作対象 50k の対応部位 52k の動きを算出する。例えば、第 1 の基準座標系 $X_1 - Y_1 - Z_1$ に対応する第 2 の基準座標系 $X_2 - Y_2 - Z_2$ から見た、操作対象 50k の対応部位 52k の、操作部材 12 の動きに対応する動きを算出する。そして、算出した対応部位 52k の動きを実現するように画面 90 内の操作対象 50k を動作させるための指令信号を生成する。

10

【0097】

例えば、角度変化モードのとき、操作部材 12 は、第 1 の基準座標系から見た第 1 の軸を中心に回転し、この回転に応じて、画面 90 に表示される操作対象 50k の対応部位 52k は、第 1 の軸と平行とみなせる、第 2 の基準座標系から見た第 2 の軸を中心に回転する角度又は角速度が変わる。この場合、操作対象 50k を操作する操作者が、画面 90 に表示される操作対象 50k の対応部位 52k を見たときに、操作対象 50k の対応部位 52k が、第 2 の軸を中心に回転するように見えればよい。すなわち、画面 90 に表示される操作対象 50k の対応部位 52k の回転中心である第 2 の軸は、第 1 の基準座標系から見ると、実際には第 1 の軸と平行でなくても、操作対象 50k を操作する操作者が第 1 の軸と平行とみなすことができればよい。

20

【0098】

例えば、位置変化モードのとき、操作部材 12 の第 1 の基準座標系から見た移動に応じて、画面 90 に表示される操作対象 50k の対応部位 52k は、操作部材 12 の移動方向と平行とみなせる方向の、第 2 の基準座標系から見た位置又は並進移動の速度が変わる。この場合、操作対象 50k を操作する操作者が、画面 90 に表示される操作対象 50k の対応部位 52k を見たときに、操作対象 50k の対応部位 52k が、操作部材 12 の移動方向と平行な方向に移動するように見えればよい。すなわち、画面 90 に表示される操作対象 50k の対応部位 52k の移動方向は、第 1 の基準座標系から見ると、実際には操作部材 12 の移動方向と平行でなくても、操作対象 50k を操作する操作者が操作部材 12 の移動方向と平行とみなすことができる方向であればよい。

30

【0099】

<モードの具体例> 次に、モードについて、さらに説明する。

【0100】

位置連動モードは、操作部材の位置と操作対象の対応部位の動きとを対応付けるものである。姿勢連動モードは、操作部材の姿勢と操作対象の対応部位の動きとを対応付けるものである。対応付ける操作対象の対応部位の動きは、任意に選択できる。例えば、操作部材を用いて画面内の表示を操作する場合に適用するモードは、次のとおりである。

【0101】

画面内に複数のボタンが上下左右に並んで表示されているとき、

(a-1) 位置連動モードを適用することにより、操作部材を上動かすと、より上にあるボタンを選択できる。

40

(a-2) 位置連動モードを適用することにより、操作部材を右動かすと、より右にあるボタンを選択できる。

(a-3) 姿勢連動モードを適用することにより、操作部材をある軸周りに回転させると、より上にあるボタンを選択できる。

(a-4) 姿勢連動モードを適用することにより、操作部材を別の軸周りに回転させると、より右にあるボタンを選択できる。

【0102】

画面内にボタン以外が表示されているとき、

(b) 姿勢連動モードを適用することにより、操作部材を回転させることで、画面上に表

50

示されているボリュームつまみなどを操作できる。

(c-1) 姿勢連動モードを適用することにより、操作部材を回転させることで、画面上のポインタを動かすことができる。

(c-2) 位置連動モードを適用することにより、操作部材を並進移動させることで、画面上のポインタを動かすことができる。

(d-1) 位置連動モードを適用することにより、操作部材を移動させることで、画面上に表示された値を増減させることができる。

(d-2) 姿勢連動モードを適用することにより、操作部材を回転させることで、画面上に表示された値を増減させることができる。

【0103】

部分オンオフモードの基本的なパターンを、以下に示す。

- ・位置だけを指令する。操作部材の姿勢が変化しても、操作対象への指令信号を生成しない。あるいは、指令信号を、操作対象に送信しない。
- ・姿勢だけを指令する。操作部材の位置が変化しても、操作対象への指令信号を生成しない。あるいは、指令信号を、操作対象に送信しない。
- ・ある軸周りの回転だけを指令する。それ以外の位置の3自由度、姿勢の2自由度について、操作部材の変化があっても指令信号を生成しない。あるいは、指令信号を、操作対象に送信しない。

【0104】

部分オンオフモードの特殊なパターンとして、例えば、操作部材を動かし始めたときの並進軸や回転軸を検出して、検出した並進軸や回転軸に対応する動作のみに限定して、指令信号を生成する。具体例を、以下に示す。

- ・操作部材をある方向に動かし始めると、その方向の位置変化のみが操作対象に指令される。操作部材を動かし始める方向は、垂直方向や水平方向に限らず、斜め方向も可能である。
- ・操作部材をある軸周りに回転させ始めると、その軸回りの姿勢変化のみが操作対象に指令される。この場合は、斜め方向を向いた軸周りの回転も可能である。X, Y, Z軸のどれか1軸ではなく、X, Y, Z軸のいずれでもない斜めの軸を操作部材の動きによって定義し、その定義された軸に対応する回転だけが操作対象に対応付けられる。
- ・あるいは、操作部材をある方向に移動させたとき、ロボット座標系やツール座標系のX, Y, Z軸のうち、最も近い軸のみに対応する移動だけが操作対象に対応付けられる。この場合は斜め方向の軸は対象外となる。
- ・あるいは、操作部材をある軸まわりに回転させたとき、ロボット座標系やツール座標系のX, Y, Z軸のうち、最も近い軸のみに対応する回転だけが操作対象に対応付けられる。この場合は斜め方向の軸は対象外となる。

【0105】

モードの切り替えの具体例を、以下に示す。

- ・姿勢変化モード、位置変化モード、姿勢連動モード、位置連動モード、位置姿勢連動モードの切り替え
- ・全オンオフ、部分オンオフの切り替え
- ・操作部材の動きに連動させるのが操作対象の角度変化か角速度変化かの切り替え
- ・操作部材の動きに連動させるのが操作対象の位置変化か並進速度変化かの切り替え
- ・入力（操作部材の動き）と出力（操作対象の対応部位の動き）の倍率を変える切り替え
- ・入力（操作部材の動き）と出力（操作対象の対応部位の動き）の変換式を変える切り替え

【0106】

<実験例> 本発明の操作装置の実験例について、図8～図10を参照しながら説明する。

【0107】

図8は、実験の様子を示す写真である。図8に示すように、被験者はスクリーンの正面

10

20

30

40

50

に座り、スクリーンに投影された仮想空間を3Dメガネを通して見ながら、仮想空間に配置された仮想ロボットを操作する。仮想ロボットの先端の基準点は、仮想空間の所定位置に固定されており、被験者は仮想ロボットの姿勢のみを操作する。被験者は、3Dメガネを通して仮想空間及び仮想ロボットが立体的に見えており、奥行き方向の把握が容易となっている。

【0108】

図9は、視点変化の説明図である。図9(a)に示すように、作業空間を真後ろから見た状態と、斜め後ろから見た状態とを、スクリーンに選択的に表示する。スクリーンには、例えば図9(b)に示すように、作業空間を斜め後ろから見た状態が表示される。スクリーンの表示を切り替えることより、被験者が移動することなく被験者の視点を変化させることができる。後述する「視点変化はある」の場合、作業空間を真後ろから見た状態と、斜め後ろから見た状態とを表示する。「視点変化はない」の場合は、作業空間を真後ろから見た状態のみを表示する。

10

【0109】

図8に示すように、被験者は、利き手に、球体状の外形を有する操作部材を持ち、もう一方の手に、指示部材を持ち、指示部材で操作のオン・オフを切り替える。操作がオンになっている間に操作部材を回転させると、仮想ロボットは、仮想ロボットの先端の基準点を通り、操作部材の回転軸と平行とみなせる方向に延在する軸まわりを回転し、このとき仮想ロボットが回転する角度は、操作部材の回転角と同じである。

【0110】

比較のため、ティーチングペンダントを模したコントローラを使用して、同様に、仮想ロボットを操作する。このコントローラには、仮想ロボットに固定された直交する3軸の各軸周りの正転、逆転を指令するボタンが設けられている。ボタンを押している間、ボタンに対応する方向に、仮想ロボットは一定角速度で回転する。

20

【0111】

実験では、仮想ロボットを操作して、仮想ロボットの姿勢を、仮想空間に現れるターゲットと一致させるゲームを行い、1ゲームごとのクリア時間を計測した。実験は以下の4ブロックに分かれており、被験者ごとに、この4ブロックの順番を入れ替えた。

ブロックa：TPで操作する。視点変化はない。

ブロックb：TPで操作する。視点変化はある。

ブロックc：球体で操作する。視点変化はない。

ブロックd：球体で操作する。視点変化はある。

30

ここで、「TP」はティーチングペンダントを模したコントローラを使用する場合であり、「球体」は本発明の操作装置を用いる場合である。

【0112】

ただし、上記の4ブロックを完全にランダムな順番で行うのではなく、「先に球体を用いる2ブロック、その後にTPを用いる2ブロック」あるいは「先にTPを用いる2ブロック、その後に球体を用いる2ブロック」のどちらかになるようにした。

【0113】

また、どの程度操作しやすいと感じるかを、ブロックごとに、ビジュアルアナログスケール(VAS)を用いてアンケート評価を行った。具体的には、両端を0(操作しにくい)、10(操作しやすい)とする100mmの直線に、被験者が、被験者自身の評価と対応すると思う位置に印をつけた。

40

【0114】

図10(a)は、クリア時間の実験結果の平均値を示すグラフである。図10(a)から、クリア時間は、「視点変化はない」場合、本発明の操作装置はTPに対して、平均値が6%改善している。「視点変化はある」場合、本発明の操作装置はTPに対して、平均値が10%改善している。

【0115】

図10(b)は、アンケート結果の平均値を示すグラフである。図10(b)に示すよ

50

うに、「視点変化はない」場合、本発明の操作装置はTPに対して、平均値が10%改善している。「視点変化はある」場合、本発明の操作装置はTPに対して、平均値が37%改善している。

【0116】

<まとめ> 以上に説明した操作装置10, 10a, 10b, 10kを用いると、操作対象の対応部位から離れていても操作可能であり、操作者が視点を変えても同じ感覚で直感的に操作できる。

【0117】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変更を加えて実施することが可能である。

10

【産業上の利用可能性】

【0118】

本発明は、ロボット、探査装置、機械装置の操作や遠隔操作に適用可能である。また、テレビゲームのコントローラ -、スマートフォンやタブレット端末への入力、パソコンやコンピュータへの入力、テレビのコントローラ -、カーナビゲーションシステムへの入力、情報機器や情報端末への入力、その他画面上の表示要素の操作、乗り物や移動装置の操作あるいは遠隔操作などに、適用可能である。また、リハビリテーション機器への応用が可能である。

【符号の説明】

【0119】

20

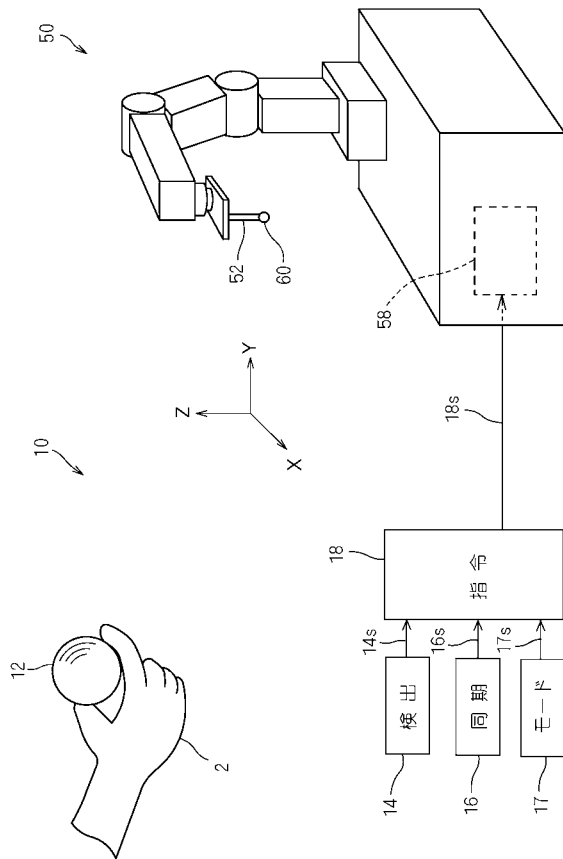
- 10, 10a, 10b, 10k 操作装置
- 12, 12a, 12b 操作部材
- 12s センサ(検出手段)
- 13 指示部材
- 13s 同期操作スイッチ(同期指示手段)
- 13t モード選択スイッチ(モード選択手段)
- 14 検出手段
- 16 同期指示手段
- 17 モード選択手段
- 18, 18k 指令手段
- 19a, 19b 装置本体(指令手段)
- 19s 操作算出部
- 19t 指令生成部
- 50, 50k 操作対象
- 52, 52k, 56 ツール(対応部位)
- 60, 62 基準点
- 70s 回転中心軸(第1の軸)
- 72s 第1の軸
- 80s 第2の軸
- 82s 回転中心軸(第2の軸)

30

40

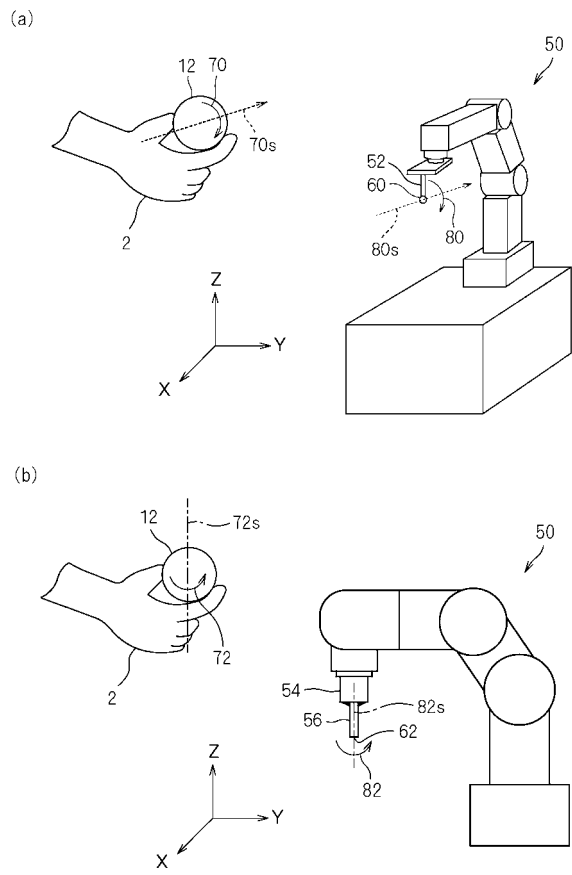
【図1】

図1



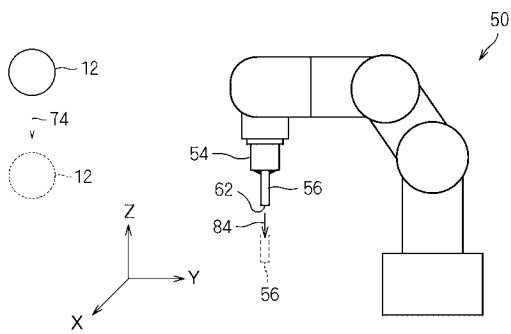
【図2】

図2



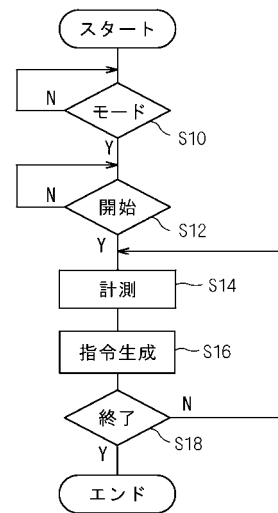
【図3】

図3

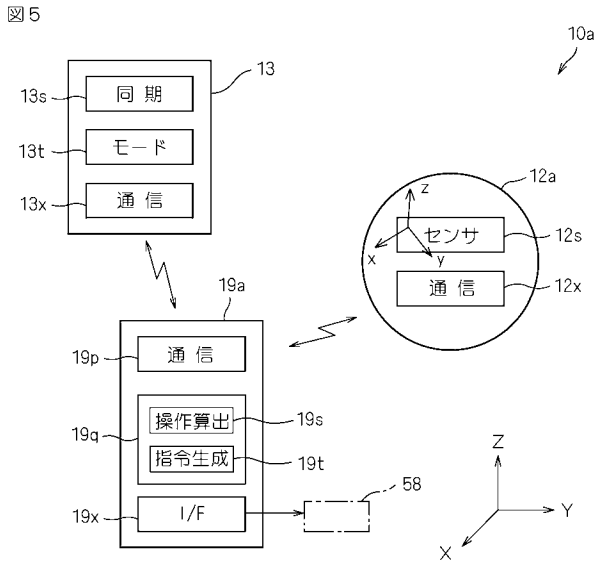


【図4】

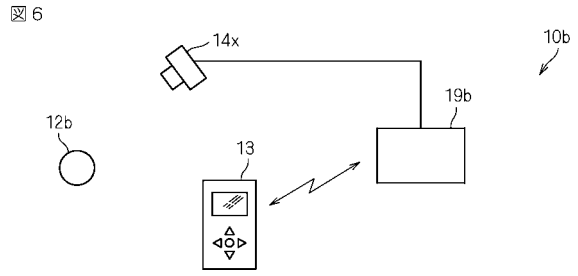
図4



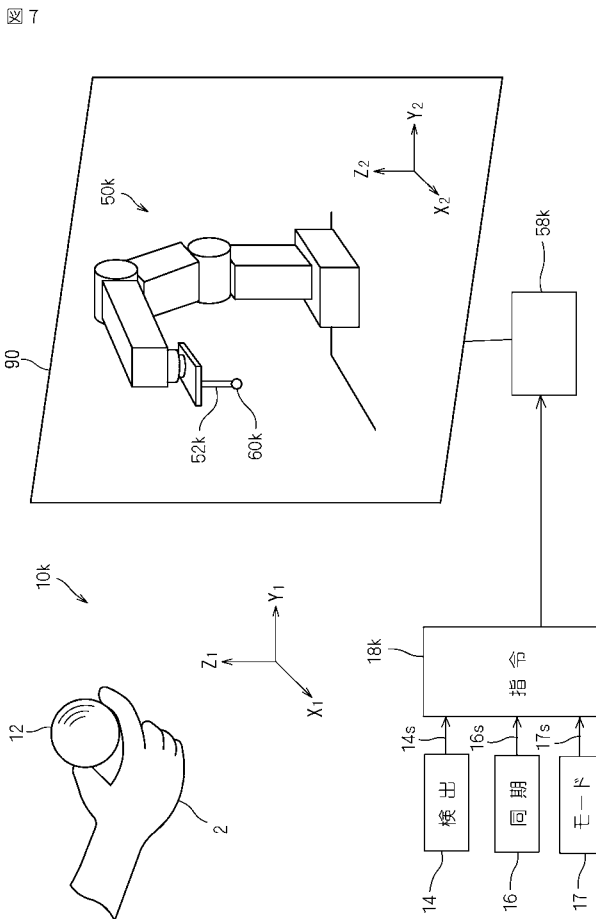
【図5】



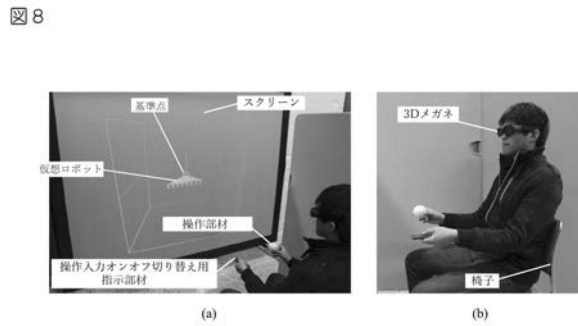
【図6】



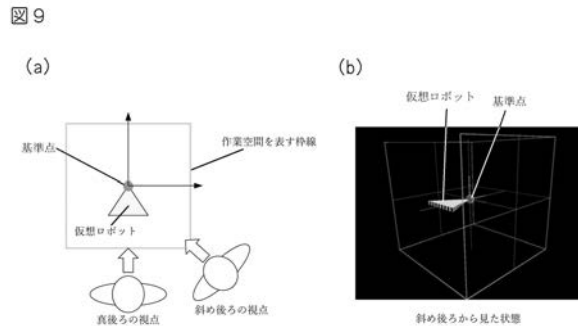
【図7】



【図8】



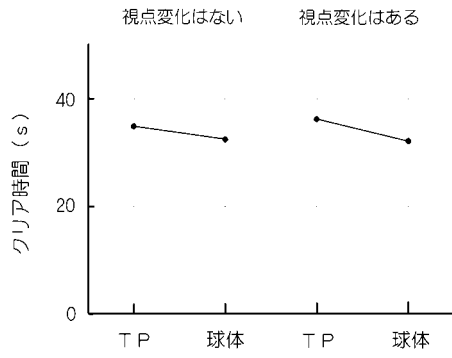
【図9】



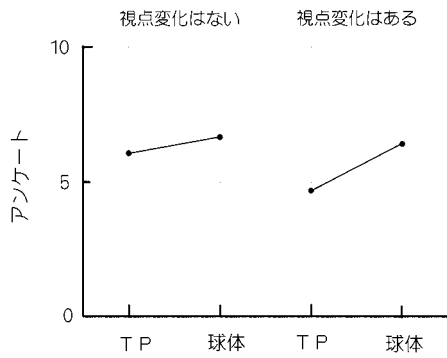
【図10】

図10

(a)

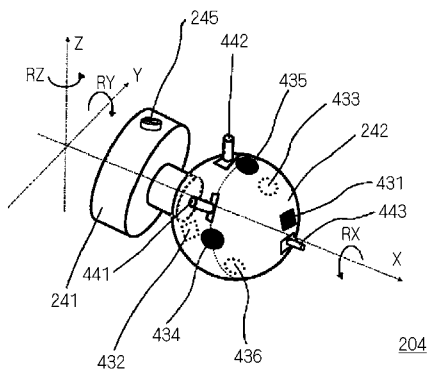


(b)



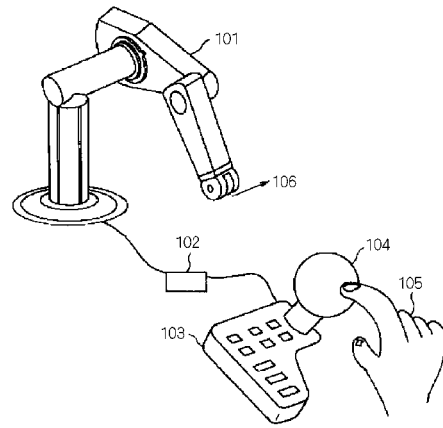
【図12】

図12



【図11】

図11



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C707 JT04 JT06 JT07 JU02 JU12 LS04 LT17 LV20 MT01
5E555 AA04 AA08 BA38 BB38 BC01 BC20 BE09 BE16 CA10 CA12
CA17 CA18 CA29 CA42 CA45 CB19 CB21 CB33 CB55 CC03
DB06 DB20 DB37 DC19 DC24 DC43 DC83 DC84 EA19 EA22
FA00