

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3991077号

(P3991077)

(45) 発行日 平成19年10月17日(2007.10.17)

(24) 登録日 平成19年8月3日(2007.8.3)

(51) Int. Cl.		F I			
B 2 5 J	9/22	(2006.01)	B 2 5 J	9/22	A
G 0 5 B	19/42	(2006.01)	G 0 5 B	19/42	J

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-39816 (P2002-39816)	(73) 特許権者	000000974
(22) 出願日	平成14年2月18日 (2002.2.18)		川崎重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2003-236784 (P2003-236784A)		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(43) 公開日	平成15年8月26日 (2003.8.26)	(74) 代理人	100096839
審査請求日	平成14年2月18日 (2002.2.18)		弁理士 曾々木 太郎
審査番号	不服2005-4509 (P2005-4509/J1)	(72) 発明者	上野 高廣
審査請求日	平成17年3月15日 (2005.3.15)		明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内
		(72) 発明者	神田 克己
			明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内
		(72) 発明者	尾上 一彦
			明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット教示方法およびロボット教示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロボット・シミュレータと、教示対象ロボットのそれぞれに対応して設けられ各ロボットの制御をなす模擬ロボット制御部と、前記ロボット・シミュレータと前記模擬ロボット制御部との中継処理および各模擬ロボット制御部間の調整をなす中継処理部と、ティーチペンダント接続装置と選択されたロボットに対応する模擬ロボット制御部とを接続するティーチペンダント接続インターフェース部とを有する汎用コンピュータと、ティーチペンダントと、前記汎用コンピュータと前記ティーチペンダントとを接続するティーチペンダント接続装置とを用いたロボット教示方法であって、

- (1) ロボット・シミュレータにモデルデータを読み込む手順と、
- (2) 前記モデルデータに基づいて、ロボットをロボット・シミュレータ上に配置する手順と、
- (3) ロボット・シミュレータ上に配置されたロボットを選択する手順と、
- (4) 前記ティーチペンダント接続装置のリセット処理をなす手順と、
- (5) 選択されたロボットと対応する模擬ロボット制御部を、前記ティーチペンダント接続装置を介して前記ティーチペンダントと接続する手順と、
- (6) 前記選択されたロボットを、前記ティーチペンダントにより前記模擬ロボット制御部を介して操作して教示する手順と、
- (7) 前記(3)ないし(6)の手順を繰り返して全てのロボットを教示する手順とを含んでいることを特徴とするロボット教示方法。

10

20

【請求項 2】

教示終了後に各ロボットをロボット・シミュレータ上で同時にリピート動作させることを特徴とする請求項 1 記載のロボット教示方法。

【請求項 3】

装置本体と、ティーチペンダントと装置本体とを接続するティーチペンダント接続装置とを備えてなる教示装置であって、

前記装置本体が、ロボット・シミュレータと、教示対象ロボットのそれぞれに対応して設けられ各ロボットの制御をなす模擬ロボット制御部と、前記ロボット・シミュレータと前記模擬ロボット制御部との中継処理および各模擬ロボット制御部間の調整をなす中継処理部と、前記ティーチペンダント接続装置と選択されたロボットに対応する模擬ロボット制御部とを接続するティーチペンダント接続インターフェース部とを有し、

10

前記中継処理部が模擬ロボット制御部間調整手段を有し、該模擬ロボット制御部間調整手段が、各模擬ロボット制御部が保持するロボット位置情報および信号情報を取得する機能、教示シミュレーションにおいて各模擬ロボット制御部の動作の開始および停止を指示する指令値を生成する機能、各模擬ロボット制御部にティーチペンダントの切断指示および再接続する指示を送信する機能を有し、

前記ティーチペンダント接続インターフェース部が、前記ティーチペンダント接続装置のリセット処理をなすことを特徴とする教示装置。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロボット教示方法およびロボット教示装置に関する。さらに詳しくは、ティーチペンダントを用いてオフラインにより教示がなし得るロボット教示方法およびロボット教示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、産業用ロボットの教示方法として、(1)作業者がロボットのアームやハンドを手で動かして教示するダイレクトティーチング、(2)ティーチペンダントによりロボットを操作して教示するティーチングプレイバック、(3)実際のロボットは使用せず、コンピュータを利用したシミュレーションにより教示するオフラインティーチングが行われている。

30

【0003】

これら各教示方法の中でダイレクトティーチングは精度的・効率的に限界があるため、現在、主流はティーチングプレイバックおよびオフラインティーチングに移行しているものといえる。

【0004】

そして、ティーチングプレイバックは、実際のワークとロボットを使って教示する方法であるため、各ロボット個体間の機械的なばらつき、周囲温度変動に伴う伸縮、ワーク重量によるたわみやツールの取り付け誤差、ロボットと対象ワークとの位置ずれなどの影響を排除して、精度良く教示できるという利点がある。その反面、以下にあげるような難点がある。

40

【0005】

(1)ティーチング作業を実施している間、工場ラインの停止が必要となる場合がある。

【0006】

(2)ティーチング作業に習熟を要し、未熟練の作業者の場合にティーチング作業が長時間化する。

【0007】

(3)誤操作等によって、教示中にロボットやツール、あるいはワーク等を破損するおそれがある。

50

【0008】

(4)工場ラインの立ち上げ時には、ロボットを配置した後にティーチング作業を実施する必要があり、工程の長期化を招来する。

【0009】

一方、オフラインティーチングは、例えば3次元CAD(Computer Aided Design;コンピュータによる設計支援システム)で作成されるロボットやワーク、および設置スペースなどのモデルを仮想空間上に配置し、ロボット操作のシミュレーションを実施するようにして教示データ(作業プログラム、動作プログラム)を作成するものとされる。このため、前掲(1)~(4)の難点のある程度克服することが可能となる(また、オフラインティーチング・システムによりロボット動作をモニタするモニタ装置として、特開平7-64618号参照)。

10

【0010】

そして、従来、オフラインティーチングを実施するために利用されるシミュレーション・ソフトウェア(ロボット・シミュレータ)は汎用コンピュータ、特に近年の低価格化・高性能化が著しいノートパソコンなどのパーソナルコンピュータ上で動作するものがほとんどとなってきている。このため、仮想空間におけるロボット操作は実際のティーチペンダントを用いてではなく、例えばマウスによりディスプレイ装置に表示される操作画面(実際のティーチペンダントを模擬したもの等)をクリックするなどして行うものとされる。

【0011】

20

ところが、このような操作方法は、工場の現場で実際にティーチング作業に従事し、専用の操作器具であるティーチペンダントを用いた操作に習熟している作業者にとっては、取り扱いが不便・煩雑であるため作業効率の低下を招くといった問題がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明はかかる従来技術の課題に鑑みなされたものであって、実際の教示に近い操作方法や操作感覚でオフラインティーチングがなし得るロボット教示方法およびロボット教示装置を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】

30

本発明のロボット教示方法は、ロボット・シミュレータと、教示対象ロボットのそれぞれに対応して設けられ各ロボットの制御をなす模擬ロボット制御部と、前記ロボット・シミュレータと前記模擬ロボット制御部との中継処理および各模擬ロボット制御部間の調整をなす中継処理部と、ティーチペンダント接続装置と選択されたロボットに対応する模擬ロボット制御部とを接続するティーチペンダント接続インターフェース部とを有する汎用コンピュータと、ティーチペンダントと、前記汎用コンピュータと前記ティーチペンダントとを接続するティーチペンダント接続装置とを用いたロボット教示方法であって、

(1)ロボット・シミュレータにモデルデータを読み込む手順と、

(2)前記モデルデータに基づいて、ロボットをロボット・シミュレータ上に配置する手順と、

40

(3)ロボット・シミュレータ上に配置されたロボットを選択する手順と、

(4)前記ティーチペンダント接続装置のリセット処理をなす手順と、

(5)選択されたロボットと対応する模擬ロボット制御部を、前記ティーチペンダント接続装置を介して前記ティーチペンダントと接続する手順と、

(6)前記選択されたロボットを、前記ティーチペンダントにより前記模擬ロボット制御部を介して操作して教示する手順と、

(7)前記(3)ないし(6)の手順を繰り返して全てのロボットを教示する手順とを含んでいることを特徴とする。

【0017】

さらに、本発明のロボット教示方法においては、教示終了後に各ロボットをロボット・シ

50

ミュレータ上で同時にリピート動作させてもよい。

【0018】

一方、本発明の教示装置は、装置本体と、ティーチペンダントと装置本体とを接続するティーチペンダント接続装置とを備えてなる教示装置であって、

前記装置本体が、ロボット・シミュレータと、教示対象ロボットのそれぞれに対応して設けられ各ロボットの制御をなす模擬ロボット制御部と、前記ロボット・シミュレータと前記模擬ロボット制御部との中継処理および各模擬ロボット制御部間の調整をなす中継処理部と、前記ティーチペンダント接続装置と選択されたロボットに対応する模擬ロボット制御部とを接続するティーチペンダント接続インターフェース部とを有し、

前記中継処理部が模擬ロボット制御部間調整手段を有し、該模擬ロボット制御部間調整手段が、各模擬ロボット制御部が保持するロボット位置情報および信号情報を取得する機能、教示シミュレーションにおいて各模擬ロボット制御部の動作の開始および停止を指示する指令値を生成する機能、各模擬ロボット制御部にティーチペンダントの切断指示および再接続する指示を送信する機能を有し、

前記ティーチペンダント接続インターフェース部が、前記ティーチペンダント接続装置のリセット処理をなすことを特徴とする。

【0021】

【作用】

本発明は、前記の如く構成されているので、オフラインティーチングを実際の教示に近い状態でなすことができる。つまり、ティーチペンダントを用いて教示をなすようにしているので、ティーチペンダントの操作になれた現場作業員によりオフラインティーチングをなし得、現場作業員によるオフラインティーチングが効率的になし得る。

【0022】

また、ティーチペンダントを用いて教示をなすようにしているので、ティーチペンダントの操作になれない作業員に対するティーチペンダントによる教示作業の訓練を、実際のロボットを用いることなくなすことができる。そのため、教示作業の訓練において、ロボット等を損傷させるおそれはない。

【0023】

さらに、教示作業をロボットの据付けと並行させてなし得るので、ロボットの据付けに要する工期を短縮できて据付けコストの低減が図られる。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら本発明を実施形態に基づいて説明するが、本発明はかかる実施形態のみに限定されるものではない。

【0025】

図1に、本発明の一実施形態に係るロボット教示方法が適用されるロボット教示装置の概略構成を示し、このロボット教示装置Kは、ノートパソコンなどのパーソナルコンピュータなどの汎用コンピュータからなる装置本体1と、教示対象となる各ロボットのティーチペンダントTPと装置本体1との接続を媒介するティーチペンダント接続装置2とを主要構成要素として備えてなるものとされる。

【0026】

ロボット教示装置Kは、具体的には、装置本体1に組み込まれるソフトウェアとして、教示データ（動作プログラム、作業プログラム）を作成するための各種シミュレーションを実施するロボット・シミュレータ10と、教示対象となる各ロボットの制御プログラム（基本プログラム、ロボットOS（オペレーティング・システム））に対応した処理を行う模擬ロボット制御部20、20、20、...と、ロボット・シミュレータ10および模擬ロボット制御部20、20、20、...間で送受されるデータの中継処理や模擬ロボット制御部20、20、20、...間の調整を行う中継処理部30と、装置本体1とティーチペンダント接続装置2との接続に関する各種処理を行うティーチペンダント接続インターフェース

10

20

30

40

50

部 4 0 とを備えるものとされる。

【 0 0 2 7 】

ロボット・シミュレータ 1 0 は、例えば 3 次元 C A D (Computer Aided Design ; コンピュータによる設計支援システム) で作成されたロボットやワーク、および設置スペース (以下、これらを含めてロボット等という) のモデルを表すデータ (形状・寸法、色、ロボット関節位置等の情報を含む、以下、モデルデータという) を読み込むモデルデータ読込機能と、読み込まれたモデルデータを用いて仮想空間上の設置スペースにロボット (複数台の場合を含む) およびワークを配置するシミュレーション (以下、配置シミュレーションという) の実施を支援するための配置シミュレーション支援機能と、配置された各ロボットをティーチペンダント T P により操作して教示データを作成するシミュレーション (以下、教示シミュレーションという) の実施を支援するための教示シミュレーション支援機能と、各シミュレーションの過程をディスプレイ装置に表示させるように画像データを生成する画像生成機能とを有するものとされる。なお、これら各機能を実現させるプログラムは、公知の各種プログラムとすることができる。

10

【 0 0 2 8 】

模擬ロボット制御部 2 0 は、ロボットコントローラに通常組み込まれる制御プログラムからサーボボード通信機能 (ロボットコントローラとロボット・マニピュレータとが通信するための機能) を取り除き、これを装置本体 1 上で動作するように改変したもので、少なくとも、ロボット言語 (高級言語) により表されたプログラムを逐次中間言語に翻訳し実行するインタプリタ処理機能と、教示位置・教示軌跡に対応して所定時間毎に各軸指令値を算出する各軸指令値算出機能とを備える。この模擬ロボット制御部 2 0 は、各種のロボットコントローラを用いて構成することができ、例えば異なるメーカーのロボットコントローラを用いて構成することもできる。

20

【 0 0 2 9 】

次に、図 2 を参照して中継処理部 3 0 を説明する。

【 0 0 3 0 】

中継処理部 3 0 は、内部通信手段 3 1、模擬ロボット制御部間調整手段 3 2 および中継処理手段 3 3 から構成される。

【 0 0 3 1 】

内部通信手段 3 1 は、ロボット・シミュレータ 1 0 および各模擬ロボット制御部 2 0 における処理を実行するための両者間の通信を、ソケット (I P アドレスとポート番号とを組み合わせたネットワーク・アドレス) によりなすものであって、ロボット番号情報、すなわちティーチングの対象となる各ロボットに付された番号を示す情報、ロボット位置情報、すなわち配置シミュレーションによる各ロボットの配置位置に関する情報、各模擬ロボット制御部 2 0 の各軸指令値算出機能により算出されたロボット各部の位置を示す情報、および信号情報 (送信された信号がどの模擬ロボット制御部 2 0 からのものであるかを示す情報) をロボット・シミュレータ 1 0 と定周期で通信するとともに (以下、これら各情報を定周期データと称する)、各種メッセージ、例えばロボットが障害物と接触したというメッセージ、接触した位置データを含むメッセージ、ロボットの機種や状態を含むメッセージなどをロボット・シミュレータ 1 0 と必要に応じて非定周期で通信する (以下、これら各種メッセージを非定周期データと称する)。

30

40

【 0 0 3 2 】

このように、内部通信手段 3 1 においては、ロボット・シミュレータ 1 0 と各模擬ロボット制御部 2 0 との間の通信がソケットによりなされるので、同一のパーソナルコンピュータ (装置本体 1) 内でロボットシミュレータ 1 0 および各模擬ロボット制御部 2 0 を動作させることが可能となる。

【 0 0 3 3 】

模擬ロボット制御部間調整手段 3 2 は、各模擬ロボット制御部 2 0 が保持するロボット位置情報および信号情報を取得する機能、教示シミュレーションにおいて各模擬ロボット制御部 2 0 の動作の開始および停止を指示する指令値を生成する機能、各模擬ロボット制御

50

部 20 にティーチペンダント TP の切断指示や再接続指示を送信する機能を有する。かかる機能は、例えば各模擬ロボット制御部 20 と模擬ロボット制御部間調整手段 32 が共有メモリ方式によるプロセス間通信を行うことにより実現される。また、各模擬ロボット制御部 20 は異なるメーカーのロボットコントローラを用いて構成されている場合もあるので、模擬ロボット制御部間調整手段 32 は、異なる種類の模擬ロボット制御部 20 との信号の授受が可能な機能も備えている。かかる機能は、例えばメーカーごとに用意された模擬ロボット制御部 20 と通信するためのプロセス間通信用インターフェース（ライブラリなど）を利用することにより実現される。

【0034】

中継処理手段 33 は、模擬ロボット制御部間調整手段 32 によって取得されるロボット位置情報および信号情報を内部通信手段 31 に提供する機能、内部通信手段 31 によって取得される各ロボットの停止指示や動作指示を模擬ロボット制御部間調整手段 32 に提供する機能を有する。

【0035】

ティーチペンダント接続インターフェース部 40 は、例えばシリアル・インターフェース（例；RS-232C、USB（Universal Serial Bus）、IEEE1394 の各規格によるインターフェース）として構成され、ティーチペンダント接続装置 2 を装置本体 1 に接続するための機能を有するものとされる。また、ティーチペンダント接続インターフェース部 40 は、上位のプロトコル（セッション層等）に改変を加えることなく、デバイス・ドライバの変更によって通信プロトコルの物理層における相違を吸収することができる構成される。

【0036】

したがって、ティーチペンダント接続装置 2 の通信方式に応じてティーチペンダント接続インターフェース部 40 においてデバイス・ドライバを変更するだけで、例えばイーサネット（Ethernet）（登録商標）を介してティーチペンダント接続装置 2 と接続することも可能であるし、PCIバス（Peripheral Component Interconnect Bus；周辺装置接続用バス）を介して接続することも可能である。

【0037】

また、ティーチペンダント接続インターフェース部 40 は、中継処理部 30 からのティーチペンダント TP の切断指示や再接続指示およびリセット指示を実行するための指令値を生成する機能を有する。かかる機能は、例えば、ティーチペンダント接続時に必要なティーチペンダント接続装置 2 のリセット処理は、中継処理部 30 から、模擬ロボット制御部 20 へプロセス間通信によりリセット指示が出され、模擬ロボット制御部 20 はティーチペンダント接続インターフェース部 40 に対してティーチペンダント接続装置 2 の内部メモリにリセット要求コマンドを書き込み、それによりティーチペンダント接続装置 2 におけるリセット処理が開始される。

【0038】

次に、ティーチペンダント接続装置 2 を説明する。

【0039】

ティーチペンダント接続装置 2 は前記処理が可能ないように、ロボットコントローラに通常設けられティーチペンダント TP をロボット制御部本体に接続するティーチペンダント制御部と同機能を有するもので、ティーチングの対象となる各ロボットのティーチペンダント TP が物理的に接続可能なインターフェース 2a と、ティーチペンダント接続インターフェース部 40 との間で通信するためのインターフェース（シリアル・インターフェース、イーサネット、バス結合）2b を有する。この場合、このティーチペンダント接続装置 2 は、各種ロボットに対応させたものとすることができる。

【0040】

また、ティーチペンダント接続装置 2 は、模擬ロボット制御部 20 との間で軸キー情報等のティーチペンダント TP における操作信号を通信する機能を有するものとされる。なお、ティーチペンダント接続装置 2 は、装置本体 1 と別個の筐体を有する独立した装置とし

10

20

30

40

50

て構成することも可能であるし、あるいはパーソナルコンピュータの機能拡張用スロット（不図示である）に装着されるいわゆるPCカードや拡張カードとして構成することも可能である。

【0041】

次に、ロボット教示装置Kの動作を操作手順に従って説明する。

【0042】

(1) 3次元CADで作成されたロボット等のモデルデータをロボット・シミュレータ10に読み込む。

【0043】

(2) ティーチングの対象となる各ロボットの制御プログラムに前掲の改変を施して読み込んで各模擬ロボット制御部20を構築する。 10

【0044】

(3) ロボット・シミュレータ10の配置シミュレーション機能を利用して、各ロボットを設置スペースに配置する。

【0045】

(4) 設置スペースに配置された各ロボットの中からティーチングの対象とするロボットを選択し、そのロボットに対応するティーチペンダントTPをティーチペンダント接続装置2に接続する。

【0046】

(5) ロボット・シミュレータ10の教示シミュレーション機能を利用して、選択されたロボットをティーチペンダントTPにより操作し、ティーチングを実施する。 20

【0047】

(6) 配置された全てのロボットについて、前掲の各手順(4)、(5)を実施する。

【0048】

(7) ロボット・シミュレータ10によって全てのロボットを同時にリピート動作させる。このとき、各ロボットに対応する模擬ロボット制御部20が並列的に実行されるように模擬ロボット制御部間調整手段32が調整することによって、各ロボットが仮想空間内で同時に動作する。

【0049】

このように、ロボット教示装置Kにおいては、装置本体1がティーチペンダント接続装置2を介してティーチペンダントTPに接続され、また装置本体1の中継処理部30における模擬ロボット制御部間調整手段32が、ロボット・シミュレータ10から各模擬ロボット制御部20に当該ロボットの起動指令や停止指令を伝達するための指令値を生成する機能、および各模擬ロボット制御部20からロボット・シミュレータ10に当該ロボットの位置情報および信号情報を伝達する機能を有し、内部通信手段31が、ロボット・シミュレータ10と各模擬ロボット制御部20との間で定周期データおよび非定周期データを通信する機能を有し、中継処理手段33が、内部通信手段31と模擬ロボット制御部間調整手段32との間のデータ授受を中継する機能を有するものとされるので、ロボット・シミュレータ10によって仮想空間内に配置されるロボットを実際のティーチペンダントTPで操作し、ロボットを教示することが可能となる。 40

【0050】

これによって、熟練作業員においては、実際のティーチングプレイバックにおけると同様の操作方法・操作感覚でオフラインティーチングを実施することが可能となり、教示作業の作業効率が向上する。

【0051】

また、未熟練の作業員においては、実際のティーチペンダントを用いてロボットのティーチングのシミュレーションを実施することが可能となり、教示作業に習熟することが可能となる。

【0052】

さらに、実ロボットを動作させることがないので、誤操作により教示作業中にロボット、 50

ツール、ワーク等を破損するといった事故の発生を回避することも可能となる。

【 0 0 5 3 】

その上、教示作業をロボットの据付けと並行させてなし得るので、ロボットの据付けに要する工期を短縮できて据付けコストの低減が図られる。

【 0 0 5 4 】

【 発明の効果 】

以上詳述したように、本発明によれば、オフライン・ティーチングを実際の教示に近い状態でなすことができるという優れた効果が得られる。つまり、ティーチペンダントを用いて教示をなすようにしているので、ティーチペンダントの操作になれた作業員によりオフライン・ティーチングをなし得るとともに、ティーチペンダントの操作になれない作業員に対するティーチペンダントによる教示作業の訓練を、実際のロボットを用いることなくなしことができ、そのため教示作業の訓練において、ロボット等を損傷させるおそれはないという優れた効果が得られる。

10

【 0 0 5 5 】

また、教示作業をロボットの据付けと並行させてなし得るので、ロボットの据付けに要する工期を短縮できて据付けコストの低減が図られるという優れた効果も得られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係るロボット教示方法が適用されるロボット教示装置の概略構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 同ロボット教示装置の中継処理部の構成を示すブロック図である。

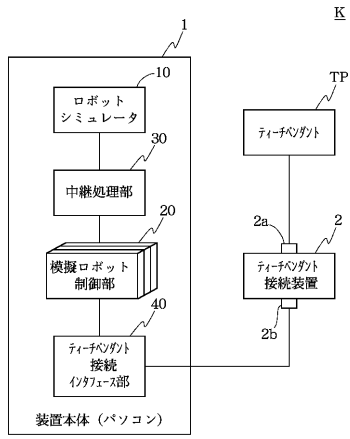
20

【 符号の説明 】

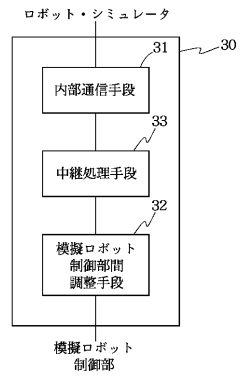
K	ロボット教示装置
T P	ティーチペンダント
1	装置本体（汎用コンピュータ）
2	ティーチペンダント接続装置
1 0	ロボット・シミュレータ
2 0	模擬ロボット制御部
3 0	中継処理部
3 1	内部通信手段
3 2	模擬ロボット制御部間調整手段
3 3	中継処理手段
4 0	ティーチペンダント接続用インタフェース部

30

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

合議体

審判長 千葉 成就

審判官 豊原 邦雄

審判官 菅澤 洋二

(56)参考文献 特開平1 - 269105 (JP, A)
特開平11 - 134017 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 9/22

G05B 19/42