

(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2004-265041  
(P2004-265041A)

(43) 公開日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G05B 19/42	G05B 19/42	3C007
B25J 9/22	G05B 19/42	5H269
	B25J 9/22	Z

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-53577 (P2003-53577)	(71) 出願人	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地
(22) 出願日	平成15年2月28日(2003.2.28)	(74) 代理人	100082304 弁理士 竹本 松司
		(74) 代理人	100088351 弁理士 杉山 秀雄
		(74) 代理人	100093425 弁理士 湯田 浩一
		(74) 代理人	100102495 弁理士 魚住 高博
		(72) 発明者	渡邊 淳 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 ファナック株式会社内 最終頁に続く

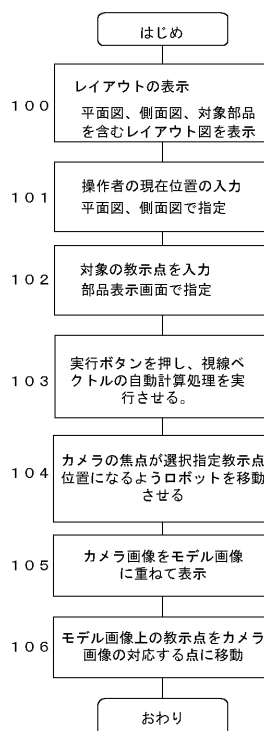
(54) 【発明の名称】 ロボット教示装置

(57) 【要約】

【課題】 オフラインプログラミングと実際のシステムとの整合をとる処理を簡単化した視覚センサ教示装置。

【解決手段】 予めオフラインシステムで周辺物体(テーブル、ワーク等)の3次元モデルをロボット等の3次元モデルと共にレイアウトし、対象部品にロボットの教示点を定義する。この情報を教示操作盤の画面上に表示する(100)。操作者の位置、対象部品の教示点を指定する(101, 102)。ロボットに搭載している視覚センサの表示画像が対象の教示点が見える位置になるように、3次元モデルの視点ベクトルを自動計算する(103)。視覚センサのカメラの焦点が選択教示点の位置になるようにロボットを移動させる(104)。カメラ画像とモデル画像を重ねる(105)。モデル画像の選択教示点をカメラ画像の対応する位置に移動させ教示点を修正する(106)。視覚センサによる教示点の修正が簡単化する。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ロボットの位置の教示を行う装置において、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記表示器にロボットを表わす図が表示され、この図を用いて、ロボットに対する操作者の現在いる方向を指示する手段と、指示された操作者の方向から見た前記対象物の 3 次元図を表示する手段と、前記対象物の前記表示された近傍にロボットを移動させ、ロボットの位置を教示する手段と、を有することを特徴とするロボット教示装置。

**【請求項 2】**

ロボットの教示位置の修正を行う装置において、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記表示器にロボットを表わす図が表示され、この図を用いて、ロボットに対する操作者の現在いる方向を指示する手段と、指示された操作者の方向から見た前記対象物の 3 次元図と前記対象物に関連した教示点を前記表示器に表示する手段と、前記表示された教示点近傍にロボットを移動させ、教示点の位置又は姿勢を所望の位置又は姿勢に修正する手段と、を有することを特徴とするロボット教示修正装置。

10

**【請求項 3】**

ロボットの位置の教示を行う装置において、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記表示器に前記対象物を表わす図が表示され、この図を用いて、前記対象物に対する操作者の現在いる方向を指示する手段と、指示された操作者の方向から見た前記対象物の 3 次元図を表示する手段と、前記対象物の前記表示された近傍にロボットを移動させ、教示点の位置を教示する手段と、を有することを特徴とするロボット教示装置。

20

**【請求項 4】**

ロボットの教示位置の修正を行う装置において、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記表示器に前記対象物を表わす図が表示され、この図を用いて、前記対象物に対する操作者の現在いる方向を指示する手段と、指示された操作者の方向から見た前記対象物の 3 次元図と前記対象物に関連した教示点を前記表示器に表示する手段と、前記表示された教示点近傍にロボットを移動させ、教示点の位置又は姿勢を所望の位置又は姿勢に修正する手段と、を有することを特徴とするロボット教示修正装置。

30

**【請求項 5】**

ロボットの教示位置の修正を行う装置において、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記対象物の 3 次元図と前記対象物に関連した教示点を前記表示器に表示する手段と、前記表示された教示点のうち、修正を行なう教示点を指示する手段と、指示された教示点が、現在の 3 次元図の表示方向では作業物の影に隠れてしまいかどうか判断する手段と、指示された教示点が作業物の影に隠れてしまうと判断した場合、その教示点が見えるよう 3 次元図の表示方向を変更する手段と、を有することを特徴とするロボット教示修正装置。

40

**【請求項 6】**

ロボットを作業する対象物の近傍に移動させると、ロボット又はロボットアーム先端に装着されたツールの少なくとも前記対象物の近傍の部分が、前記対象物の 3 次元図と同じ表示器に表示されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 に記載のロボット教示装置。

**【請求項 7】**

ロボットを作業する対象物の近傍に移動させると、ロボット又はロボットアーム先端に装着されたツールの少なくとも前記対象物の近傍の部分が、前記対象物の 3 次元図と同じ表

50

示器に表示されることを特徴とする請求項 2、請求項 4 又は請求項 5 に記載のロボット教示修正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロボットの教示装置に関し、さらに、モデルと実際のシステムの整合をとって教示位置の修正を行なえるようにしたロボット教示修正装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ロボット、周辺機器、ツール、作業対象物のワーク等の 3 次元モデルに基づいてロボットなどの作業機械のプログラムをオフラインプログラミングシステムで作成した場合、このプログラムの動作経路と所望する動作経路との誤差が大きいのが通例である。そこで通常は、実際のシステムでワークに作業ツール等又は位置修正用ツールの先端を位置付け（タッチアップ）してプログラムを修正している。又、実際のワークや周辺機器の位置をセンサで検出し、この検出位置に基づいてオフラインプログラミングシステム上のワークや周辺機器のモデルの位置姿勢を補正する方法も本願出願人によって提案されている（特願 2001-346640 号）。

さらに、視覚センサなどを使い、ワークの位置と姿勢を決める 3 点を検出して、プログラム全体をシフトさせることも行われている。しかし、このロボットに視覚センサを搭載して使用方法においてもロボットのジョグ機能を使い、試行錯誤によりワークの姿勢を決める 3 点が見える位置に視覚センサを移動している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来の技術では、作業現場とは別の事務所等で行われるオフラインプログラミングの作業に加え、工場現場ではロボットなどの作業機械、周辺機器、ワークの位置・姿勢を検出するセンサの設置、調整や、オフラインプログラミングと実際のシステムの間で必要な教示点のタッチアップやシフトによる修正の作業を行う必要がある。

【0004】

この作業は多大な時間を要した。特に視覚センサで対象位置を捉え、教示点に位置を修正する際、視覚センサで対象位置を捉える作業に、多大な時間を要し、操作が煩雑であった。

そこで、本発明の目的は、位置の教示が容易なロボット教示装置を提供すること、及び簡単に教示点の位置・姿勢の修正ができるようにした教示修正装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本願請求項 1 に係わる発明は、ロボットの位置の教示を行う装置であって、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記表示器にロボットを表わす図が表示され、この図を用いて、ロボットに対する操作者の現在いる方向を指示する手段と、指示された操作者の方向から見た前記対象物の 3 次元図を表示する手段と、前記対象物の前記表示された近傍にロボットを移動させ、ロボットの位置を教示する手段とを備える点に特徴を有するロボット教示装置である。

又、請求項 2 に係わる発明は、ロボットの教示位置の修正を行う装置であって、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記表示器にロボットを表わす図が表示され、この図を用いて、ロボットに対する操作者の現在いる方向を指示する手段と、指示された操作者の方向から見た前記対象物の 3 次元図と前記対象物に関連した教示点を前記表示器に表示する手段と、前記表示された教示点近傍にロボットを移動させ、教示点の位置又は姿勢を所望の位置又は姿勢に修正する手段とを備える点に特徴を有するロボット教示修正装置である。

## 【0006】

請求項3に係わる発明は、ロボットの位置の教示を行う装置であって、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記表示器に前記対象物を表わす図が表示され、この図を用いて、前記対象物に対する操作者の現在いる方向を指示する手段と、指示された操作者の方向から見た前記対象物の3次元図を表示する手段と、前記対象物の前記表示された近傍にロボットを移動させ、教示点の位置を教示する手段とを備える点に特徴を有するロボット教示装置である。

又、請求項4に係わる発明は、ロボットの教示位置の修正を行う装置であって、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記表示器に前記対象物を表わす図が表示され、この図を用いて、前記対象物に対する操作者の現在いる方向を指示する手段と、指示された操作者の方向から見た前記対象物の3次元図と前記対象物に関連した教示点を前記表示器に表示する手段と、前記表示された教示点近傍にロボットを移動させ、教示点の位置又は姿勢を所望の位置又は姿勢に修正する手段とを備える点に特徴を有するロボット教示修正装置である。

10

## 【0007】

さらに、請求項5に係わる発明は、ロボットの教示位置の修正を行う装置であって、ロボットとロボットが作業する対象物の位置関係を記憶する手段と、前記対象物の周囲を移動させることができる表示器を使って、ロボットを操作する手段と、前記対象物の3次元図と前記対象物に関連した教示点を前記表示器に表示する手段と、前記表示された教示点のうち、修正を行なう教示点を指示する手段と、指示された教示点が、現在の3次元図の表示方向では作業物の影に隠れてしまうかどうか判断する手段と、指示された教示点が作業物の影に隠れてしまうと判断した場合、その教示点が見えるよう3次元図の表示方向を変更する手段とを備える点に特徴を有するロボット教示修正装置である。

20

## 【0008】

又、請求項6、7に係わる発明は、上述したロボット教示装置又はロボット教示修正装置の各発明において、ロボットを作業する対象物の近傍に移動させると、ロボット又はロボットアーム先端に装着されたツールの少なくとも前記対象物の近傍の部分が、前記対象物の3次元図と同じ表示器に表示されることを特徴とするものである。

30

## 【0009】

## 【発明の実施の形態】

図1は本発明のロボット教示装置及び教示修正装置の一実施形態の概要図である。符号1はロボット制御装置であり、該ロボット制御装置1には、ロボット本体4のロボット機構部が接続され、該ロボット本体4をロボット制御装置1が制御してロボットのアーム等の各機構部を駆動してロボットを動作させるものである。この点は従来のロボットと何等変わりはない。一方、該ロボット制御装置1には、教示操作盤2及び情報処理装置としてのコンピュータ(この実施形態ではパーソナルコンピュータで構成され、以下PCという)3がケーブル5で接続されている。この接続はイーサネット(登録商標)ケーブル若しくはRS-422ケーブルで接続されている。このケーブル5をイーサネット(登録商標)ケーブルで構成した場合には、教示操作盤2とPC3は直接的に情報のやりとりができ、RS-422ケーブルで構成した場合には、教示操作盤2とPC3との間の情報のやりとりは、ロボット制御装置1を介して間接的に行われるという点において相違するのみである。

40

## 【0010】

教示操作盤2には液晶等で構成された表示部2aが設けられ、ソフトキーや各種指令やデータを入力するためのキー等で構成される操作部2bが設けられ、持ち運び可能に構成されている。例えば、この操作部2bに、動作シミュレーションの起動、停止を指令するキー、ロボットの指令値を、ロボット本体を駆動するために各軸のサーボモータを駆動制御するサーボ部へ指令するか、PC3に指令するか、又は両方に指令するかを選択する動作

50

モードスイッチ、PC3内に記憶するアニメーション(動画)の表示条件データを設定変更するための表示条件変更指令キー、動作シミュレーションに対する操作をこの教示操作盤2側で行うか、PC3側で行うか、両方で可能とするかの表示操作モード切替スイッチ等が設けられている。

【0011】

又、PC3は表示部3aとキーボード等の操作部3b等を備え、従来のパーソナルコンピュータと同じ構成であるが、特に、このPC3の操作部3bにも、動作シミュレーションの起動、停止を指令するキー、ロボットの指令値を、ロボット本体4を駆動するためにサーボ部へ指令するか、PC3に指令するか、又は両方に指令するかを選択する動作モードスイッチ、アニメーションに対する操作を選択する表示操作モード切替スイッチ等が設けられている。

10

図2は、このロボット制御装置1、教示操作盤2、PC3における本発明に係るソフトウェア構成を示す説明図である。

【0012】

ロボット制御装置1には、通信インタフェース1aと、プログラム実行処理のためのソフトウェア、プログラム実行1bに基づいてロボットの動作位置情報を作成するモーション部1cと、該モーション部1cからの動作位置情報に基づき、ロボット本体4の各軸のサーボモータを駆動制御するためのサーボ部1dと、サーボ遅れ系を補償したアニメーションのための動作位置情報を得るサーボ遅れモデル1eと、教示操作盤(TP)インタフェース1f、エディタ1g等で構成されている。

20

【0013】

又、教示操作盤2は、ユーザインタフェース用プログラム2a、ユーザインタフェースエミュレータ2b、ブラウザ用ソフトウェア2c等を備えている。PC3には、通信インタフェース3a、グラフィックアニメーション3b、教示操作盤(TP)エミュレーション3c等を備えている。

そして、この図2で示す例では、イーサネット(登録商標)ケーブル5でロボット制御装置1、教示操作盤2、PC3が接続されている例を示している。

【0014】

図3は、ロボット本体4のアーム先端に視覚センサとしてのCCDカメラ6を取付け、対象物としての部品10に対する教示点の修正をなすときの状態を示す図である。この図3において、符号Aは、教示操作盤2の表示部2aの画面を拡大したもので、この画面には、ロボットレイアウトの平面図、側面図と対象部品とロボットレイアウトが表示される。

30

【0015】

予め、オフラインプログラミングシステム上でロボット、周辺装置、作業対象物、作業ツール等の3次元モデルを配置する。周辺装置、ワーク等の3次元モデルは、CAD装置で用意された2次元図面データを利用して教示装置内で作成してもよい。ロボットやツールの3次元モデルは予めシステム内の記憶装置に用意されているものを利用して作成する。

【0016】

そして、オフラインプログラミングシステム上でロボットが動作するための教示点を教示し、ロボットの動作プログラムを作成する。さらに、シミュレーションにより動作検証を行い、動作検証後の動作プログラムを現場に適用する。このとき、まず、ロボット、周辺装置、ワーク、作業ツール等の3次元モデルをPC3の画面3a上で配置する。PC3の画面3a上に配置されたそれら諸要素は、おおよそ正しい位置、即ち、実際の作業現場等における対応物体(ロボット、周辺装置、ワーク、ツール等の実物あるいはこれを模したダミー)のレイアウト位置と一致することが期待される。

40

【0017】

しかし実際のケースにおいては、データの誤差、現場でのレイアウト微調整等により、オフラインプログラミングシステムで作成されPC3の画面2a上に表示されたレイアウトと実際のレイアウトとの間にはズレが生じる場合が少なくない。そこで、本発明は、このズレの補正を容易にすることができるようにしたものである。

50

図 4 は、本実施形態における教示点の位置・姿勢の修正動作の流れ図である。

【0018】

まず、教示操作盤 2 の表示部 2 a に PC 3 に記憶するロボット、対象物部品等の、モデルレイアウトの表示を行う。即ち、教示操作盤 2 の表示部 2 a 画面上に設けられた平面図部分にロボットのレイアウトの平面図を表示し、側面図部分にロボットのレイアウトの側面図を表示する。また、対象部品表示部分に対象部品とロボットのレイアウトの一部を表示する（ステップ 100）。

【0019】

つぎに、操作者の現在位置を入力することによって、ロボットに対する操作者が居る方向を入力する。即ち、ロボットレイアウトが表示されている平面図上、及び側面図上で、操作者の居る場所にカーソルを移動させてそれぞれ指定し、指定ボタンを押すことにより作業者が居る方向を入力する（ステップ 101）。これによって、ロボットに対する操作者の方向、すなわち視点位置が決まる。つぎに、対象部品表示画面で修正対象となる教示点を指定する（ステップ 102）。そして、実行ボタンを押すことにより、視線ベクトルの自動計算処理を行わせ、操作者の現在位置において、障害がなく、修正しようとして選択指定した教示点が見える視点位置から見た対象部品表示画面を表示する（ステップ 103）。なお、この視線ベクトルの自動計算処理は後述する。

10

【0020】

次に、カメラ 6 の焦点が選択指定した教示点の位置になるようにロボットを移動させ（ステップ 104）、該位置でカメラ 6 が捉えた対象物画像をモデル画像と重ねて表示する（ステップ 105）。そして、モデル画像上の選択指定した教示点をカメラ画像上のこの選択指定教示点に対応する位置に移動させ、その位置を選択指定した教示点の修正教示点の位置・姿勢とすることにより教示する（ステップ 106）。

20

【0021】

オフラインプログラミングシステムで作成されたロボットプログラムにおける教示点について、修正を必要とする教示点に対して、上述した処理動作を行うことによって、オフラインプログラミングシステムで作成されたロボットプログラムにおける教示点を修正し、実際の作業対象物である対象部品 10 に対する目標とする位置とロボットプログラム上の対応教示点位置のずれを解消させることができる。

【0022】

図 6 は、上述したステップ 103 の PC 3 が実行する自動計算処理のフローチャートである。

30

まず、前記操作者の平面図、側面図の指定位置から操作者の位置を計算する（ステップ 200）。つぎに、前記操作者が選択指定した教示点の位置を計算し（ステップ 201）、設定した操作者の位置を視点位置とし、該視点位置から選択指定した教示点への視線ベクトルを計算する（ステップ 202）。又、視点を変えるための回転角  $\theta$  も設定し、かつ、この回転角を積算するレジスタ R を「0」にクリアする（ステップ 203）。

【0023】

つぎに、視点位置から選択指定した教示点への視線ベクトルとレイアウト内の配置物体と干渉しないか干渉チェックを行う。すなわち、該視点位置から目標とする教示点を見た場合、他のものに妨げられずに観察できるか否かのチェックを行う（ステップ 204）。干渉が発生していると判断された場合、警告と、視線ベクトルを再計算するか操作者に入力を促すメッセージを教示操作盤 2 の表示部 2 a に表示する（ステップ 206）。

40

【0024】

操作者は、このメッセージを見て、再計算指令を入力すると、レジスタ R に設定回転角度  $\theta$  を積算し（ステップ 208）、該レジスタ R の値が 360 度以上か判断し（ステップ 209）、360 度まで回転させていないときには、現在の視点位置より設定角度  $\theta$  だけ回転させた位置を視点位置とする（ステップ 210）。この場合、図 5 に示すように、視点から教示点までの距離を半径とする球を考え、その球の緯線方向に視点ベクトルを  $\theta$  だけ回転させる位置を算出しその位置を新たな視点位置とする。そして、ステップ 204

50

に戻り前述した処理を繰り返し実行する。

【0025】

又、ステップ209でレジスタRに記憶する積算値が360度以上となると、この位置では視点を変えても障害なく選択設定した教示点が見ることができないものとしてアラームを出力する(ステップ212)。なお、ステップ209で判断する基準値は360度でなくてもよいが、安全をとってこの実施形態では360度としている。

【0026】

かくして、干渉が発生せず、選択指定した教示点を障害なく監視できる視点位置が求めると、ステップ205からステップ211にすすみ、対象部品画面を再表示して、求めた視点から対象部品を見たときの対象部品モデル画像を表示する。このとき、表示画面の視野内にロボットアーム先端に取り付けたツールがあればこのツールも表示する。

10

【0027】

こうして、選択指定した教示点が、障害がなく見える視点が決まり、その視点からの対象部品表示画面を表示されると前述した図4のステップ105以下の処理を行うことによって、選択指定した教示点の位置・姿勢を修正することによって教示する。

上述した実施形態では、教示操作盤2の表示部2aにロボットのレイアウトの正面図、側面図を表示して、該正面図、側面図上で操作者の居る位置を入力することによって、ロボットに対して操作者の居る方向を入力したが、教示操作盤2の表示部2aにロボットのレイアウトに変えて、作業対象物の対象部品のレイアウト正面図、側面図を表示して、この正面図、側面図上で操作者の居る位置を入力することによって、対象物に対して操作者の居る方向を入力するようにしてもよい。

20

【0028】

【発明の効果】

教示操作の表示器に、操作者が実際に見ている方向の3次元図を表示することによって、直感的に又は簡単に3次元図と対象物の関係を捉えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における構成図である。

【図2】同実施形態におけるソフトウェア構成図である。

【図3】同実施形態においてロボット本体のアーム先端にカメラ6を取付け、対象物に対する教示点の修正を行うときの状態を示す図である。

30

【図4】同実施形態における操作アルゴリズムを示すフローチャートである。

【図5】同実施形態における視点の回転を説明した説明図である。

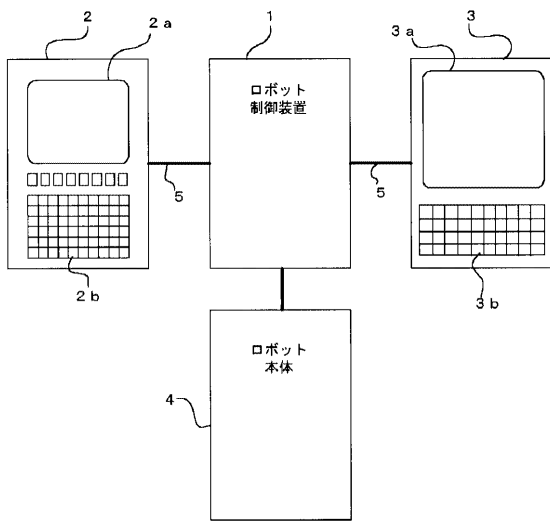
【図6】本発明の実施形態における視線計算処理アルゴリズムを示すフローチャートである。

【符号の説明】

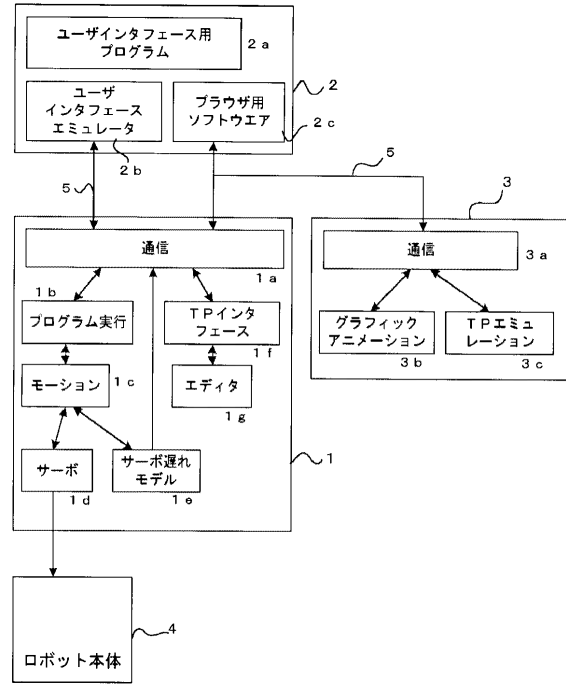
- 1 ロボット制御装置
- 2 教示操作盤
- 3 パーソナルコンピュータ(情報処理装置)
- 4 ロボット本体
- 5 ケーブル

40

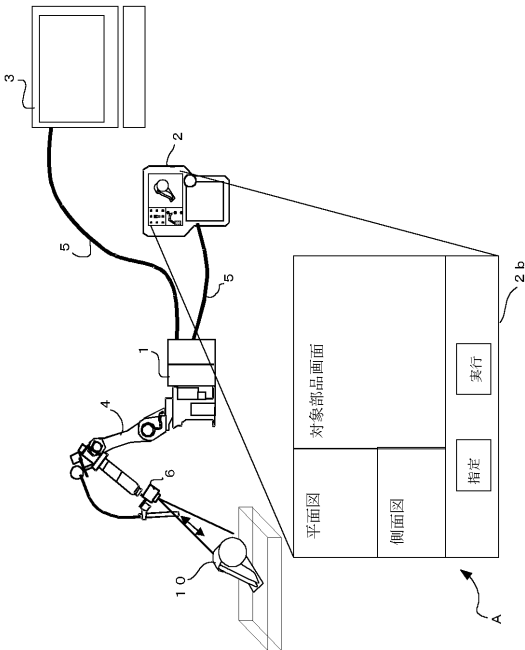
【図1】



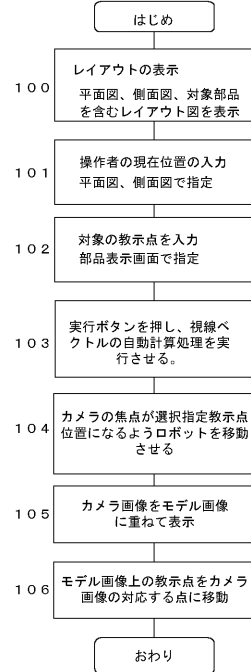
【図2】



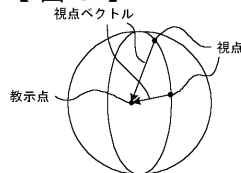
【図3】



【図4】

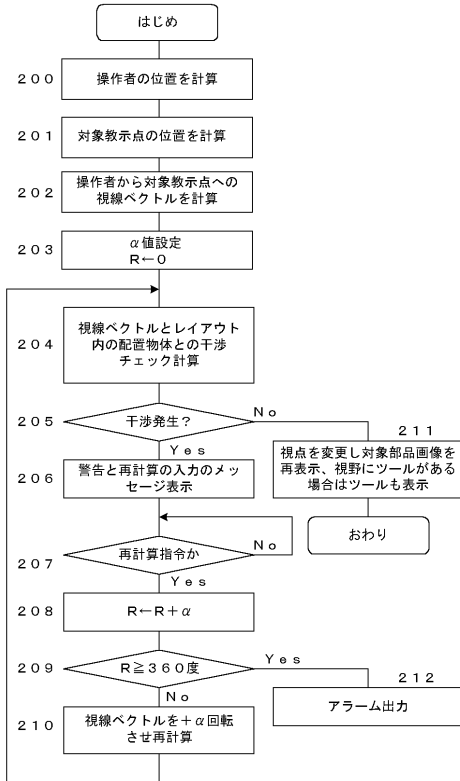


【図5】





【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 長塚 嘉治

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 水野 淳

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 3C007 BS10 JU02 JU03 JU14 KT01 KT05 LS05 MT01

5H269 AB33 BB09 CC09 KK03 QC10 QD03 QE01 QE21 SA01 SA08

SA10 SA11