

(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2004-358564

(P2004-358564A)

(43) 公開日 平成16年12月24日(2004.12.24)

(51) Int.Cl.⁷

B25J 9/22

F I

B25J 9/22

A

テーマコード (参考)

3C007

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-156532 (P2003-156532)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成15年6月2日 (2003.6.2)		本田技研工業株式会社
			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(74) 代理人	100077665
			弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100077805
			弁理士 佐藤 辰彦
		(72) 発明者	青木 伸二
			埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダ
			エンジニアリング株式会社内
		(72) 発明者	三ッ橋 豊
			埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダ
			エンジニアリング株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットの相互干渉検証方法

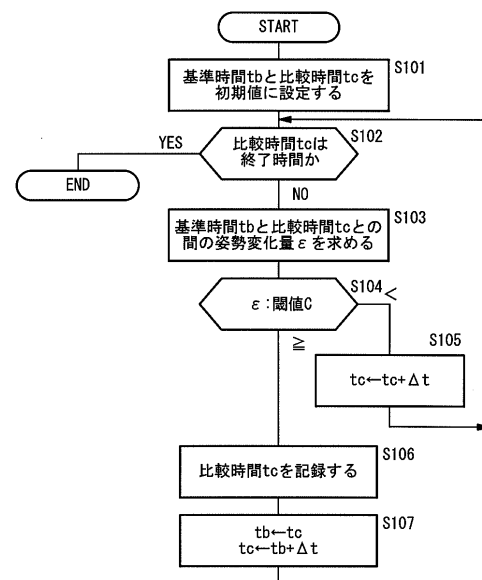
(57) 【要約】

【課題】 2 台のロボットが同時に動作する際に、相互干渉の有無を短時間で検証する。

【解決手段】 作業における所定時間毎の第 1 多関節ロボットの姿勢を求めて記録する。作業における所定時間毎の第 2 多関節ロボットの姿勢を求めて記録する。前回の検証実行時における第 1 多関節ロボットの姿勢に対する姿勢変化量が所定閾値 C より大きいときに、第 2 多関節ロボットの姿勢が干渉するか否かを検証する。第 1 多関節ロボットと第 2 多関節ロボットとが干渉することが確認された箇所についてはマーク 2 1 2 を記録する。

【選択図】 図 9

FIG. 9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 ロボット及び第 2 ロボットに作業を行わせる際の前記第 1 及び第 2 ロボット同士の相互干渉を検証するロボットの相互干渉検証方法において、

前記作業における所定時間毎の前記第 1 ロボットの姿勢を求めて記録する第 1 ステップと

、

前記作業における所定時間毎の前記第 2 ロボットの姿勢を求めて記録する第 2 ステップと

、

前記作業の時間順に、前記第 1 ステップで記録した前記第 1 ロボットの姿勢に対して前記第 2 ステップで記録した前記第 2 ロボットの姿勢が干渉するか否かを検証する第 3 ステップと、

を実行する方法であって、

前記第 3 ステップは、前回実行時における前記第 1 ロボットの姿勢に対して姿勢変化量が所定閾値より大きいときに再度実行することを特徴とするロボットの相互干渉検証方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載のロボットの相互干渉検証方法において、

前記第 3 ステップで、前記第 1 ロボットと前記第 2 ロボットが干渉することが確認されたときに、前記第 3 ステップの実行間隔を延ばすことを特徴とするロボットの相互干渉検証方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載のロボットの相互干渉検証方法において、

前記第 1 ロボットは複数の可動部を有する多関節型のロボットであり、前記可動部の各変位量に対して重み付けを付けて加算することにより、前記姿勢変化量を求めることを特徴とするロボットの相互干渉検証方法。

【請求項 4】

請求項 3 記載のロボットの相互干渉検証方法において、

前記ロボットには一対の電極を備える C 型溶接ガンが設けられ、前記姿勢変化量は、前記電極の移動量を除く他の可動部の移動量に基づいて算出することを特徴とするロボットの相互干渉検証方法。

【請求項 5】

請求項 3 記載のロボットの相互干渉検証方法において、

前記ロボットには一対の電極を備える X 型溶接ガンが設けられ、前記姿勢変化量は、前記電極の移動量を含めて算出することを特徴とするロボットの相互干渉検証方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、ロボットの相互干渉検証方法に関し、特に、2 台のロボット同士の干渉に関する検証を迅速に行うためのロボットの相互干渉検証方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、製造ラインに設置された多関節ロボットを直接操作させて作業姿勢のティーチングを行おうとすると、多関節ロボットの操作を熟知したオペレータが製造ラインの現場で作業を行わなければならないため、その分、作業が非効率的となってしまう。また、その作業は、製造ラインを停止させた状態で行う必要があるために当該製造ラインの稼働率も低下してしまう。

【0003】

そこで、近時ティーチング作業の効率化を図るため、あるいは、前記製造ラインの稼働率を向上させるために、オフラインによるティーチング（オフラインティーチング）が行われている。すなわち、コンピュータ上に多関節ロボット並びに作業対象物であるワーク及び周辺構造物のモデルを構築し、このモデルを用いてティーチングデータを作成した後、

10

20

30

40

50

前記ティーチングデータを現場の多関節ロボットに供給するようにすれば、ティーチングデータの作成中に製造ラインを停止させる必要がない。

【0004】

ところで、近時、生産性向上等を目的として、一度の工程において複数の多関節ロボットを採用し、これらの多関節ロボットを同時且つ集中的に動作させる作業形態が増えている。特に、複雑な形状のワークに対して作業を行う場合には、多関節ロボットを密集して配置させることもある。このような作業形態においては、ワークや他の障害物との干渉を回避することは当然ながら、多関節ロボット同士の干渉も回避するように動作プログラムを設定しなければならない。

【0005】

このための検証方法として所定動作時間毎に一方のロボットの姿勢を求め、該姿勢に対して他方のロボットの作業時間内における全ての姿勢を対応させて干渉の有無を検証する方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

【特許文献1】

特開2003-103491号公報（図6）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記の特許文献1で開示されている方法では、仮に、一方のロボットが途中停止した場合でも適切なインターロックを設けることにより相互干渉を防止することができて好適である。

【0008】

しかしながら、干渉を確認する時間幅を微小時間に設定したり、作業時間が長いときには確認回数が増大し、相互干渉の検証に多大な時間を要する。従って、条件を変えながら何度も検証を行うということが實際上困難である。また、検証に用いるコンピュータを占有する時間が長い。

【0009】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、2台のロボットが同時に動作する際に、相互干渉の有無を短時間で検証することを可能にするロボットの相互干渉検証方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るロボットの相互干渉検証方法は、第1ロボット及び第2ロボットに作業を行わせる際の前記第1及び第2ロボット同士の相互干渉を検証するロボットの相互干渉検証方法において、前記作業における所定時間毎の前記第1ロボットの姿勢を求めて記録する第1ステップと、前記作業における所定時間毎の前記第2ロボットの姿勢を求めて記録する第2ステップと、前記作業の時間順に、前記第1ステップで記録した前記第1ロボットの姿勢に対して前記第2ステップで記録した前記第2ロボットの姿勢が干渉するか否かを検証する第3ステップと、を実行する方法であって、前記第3ステップは、前回実行時における前記第1ロボットの姿勢に対して姿勢変化量が所定閾値より大きいときに再度実行することを特徴とする。

【0011】

このように、第1ロボットの姿勢変化量が所定閾値より大きくなったときに相互干渉の検証を行うことにより、検証の回数を低減することができ、相互干渉の有無を短時間で検証することができる。姿勢変化量が小さいときには、第1ロボットと第2ロボットとの相互干渉に関する状態もほとんど変化しないと判断できるため、検証の実行間隔を伸ばすことができる。

【0012】

この場合、前記第3ステップで、前記第1ロボットと前記第2ロボットが干渉することが確認されたときに、前記第3ステップの実行間隔を伸ばすようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

また、前記第 1 ロボットは複数の可動部を有する多関節型のロボットであり、前記可動部の各変位量に対して重み付けを付けて加算することにより、前記姿勢変化量を求めるようにしてもよい。

【 0 0 1 4 】

この場合、前記ロボットには一対の電極を備える C 型溶接ガンが設けられ、前記姿勢変化量は、前記電極の移動量を除く他の可動部の移動量に基づいて算出するようにしてもよい。C 型溶接ガンにおける電極の進退動作は、ロボットの姿勢変化に影響がないため省略することができる。これにより、電極のみが動作したときには、姿勢変化量が一定値となり、検証の実行間隔をさらに伸ばすことができる。

10

【 0 0 1 5 】

また、前記ロボットには一対の電極を備える X 型溶接ガンが設けられ、前記姿勢変化量は、前記電極の移動量を含めて算出するようにしてもよい。これにより、X 型溶接ガンにおける電極が大きく動作したときには、相互干渉の検証を実行させることができる。

【 0 0 1 6 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明に係るロボットの相互干渉表示パターンを用いた相互干渉検証方法の実施の形態例を図 1 ~ 図 1 2 を参照しながら説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、本実施の形態において使用するオフラインティーチング装置 1 0 は、溶接用の第 1 多関節ロボット 5 0 a、第 2 多関節ロボット 5 0 b 及び第 3 多関節ロボット 5 0 c の動作のティーチングを行うものであり、作成されたティーチングデータに基づき作業対象物に対して所望の作業を行うロボット装置 1 2 と関係されている。

20

【 0 0 1 8 】

また、ロボット装置 1 2 は、第 1 ~ 第 3 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b、5 0 c と、ティーチングデータに基づいて前記第 1 ~ 第 3 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b、5 0 c のそれぞれの動作制御を行うロボット制御部 2 2 a、2 2 b、2 2 c とを備える。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示すように、オフラインティーチング装置 1 0 を構成する制御部 1 4 は、オフラインティーチング装置 1 0 の全体の制御を行う制御手段としての C P U (コンピュータ) 2 6 と、記録部である R O M 2 8 及び R A M 2 9 と、ハードディスク 3 4 に対してデータのアクセスを行うハードディスクドライブ (H D D) 3 6 と、モニタ 1 6 の画面上における描画制御を行う描画制御回路 3 0 と、入力装置としてのキーボード 1 8 及びマウス 2 0 が接続されるインタフェース回路 3 2 と、外部記録媒体 3 8 a (例えば、磁氣的、光学的に記録・読み込み可能なディスク等) を制御する記録媒体ドライブ 3 8 とを有する。

30

【 0 0 2 0 】

ハードディスク 3 4 には、第 1 ~ 第 3 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b、5 0 c の動作経路を設定する機能等をもつ相互干渉検証プログラム 3 5、相互干渉の検証結果を記録するデータベース 3 7 及び図示しない O S 等が格納されている。

【 0 0 2 1 】

図 3 に示すように、相互干渉検証プログラム 3 5 は、R A M 2 9 及びハードディスク 3 4 等からデータを読み込む機能を持つデータ読み込み部 1 0 0 と、データを書き込む機能を持つデータ書き込み部 1 0 2 と、キーボード 1 8 及びマウス 2 0 等の入力状態を監視するオペレータ指示認識部 1 0 4 と、第 1 ~ 第 3 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b、5 0 c の姿勢データを 3 次元 C A D によって定義されているロボットモデルに設定して描画する画像作成部 1 0 6 を有する。

40

【 0 0 2 2 】

画像作成部 1 0 6 は、オペレータが設定するロボット姿勢設定コマンドと、描画コマンドとにより A P I (A p p l i c a t i o n P r o g r a m m i n g I n t e r f a c e) を用いて多関節ロボットのモデルや、所定のグラフをモニタ 1 6 の画面に描画する機

50

能を持つ。

【0023】

データ読み込み部100によって得られたデータは、ロボット動作プログラム生成部108において自動的にロボット動作プログラムに変換・生成されて相互干渉確認部110に伝えられる。ロボット動作プログラム生成部108では、オペレータの操作によって手動的又は半自動的にロボット動作プログラムを生成することも可能である。

【0024】

ロボット動作プログラムは、第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cを制御するプログラムであり、第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cに対して個別のロボット動作プログラムが適用される。このロボット動作プログラムは、ロボット制御部22a、22b、22cにそれぞれロードされた後に実行されるが、制御部14において、シミュレーションに適用して仮実行することも可能である。 10

【0025】

相互干渉確認部110は、RCSモジュール等によって動作計画を計算する動作計画計算部110aと、第1～第3多関節ロボット50a、50b、50c同士の相互干渉及び他の障害物との干渉の有無を検証する相互干渉計算部110dを有する。

【0026】

相互干渉計算部110dは、3次元CADをベースにしており、コンピュータプログラム上の仮想空間において、第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cをソリッドモデルとして表し、互いのモデル同士が相互干渉を起こすか否かを検証するものであり、相互干渉の有無を判断するとともに、モニタ16の画面上にその様子を模写的に表示する機能を持つ。 20

【0027】

さらに、相互干渉確認部110は、RCSモジュールによる任意時刻における第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cの姿勢を計算するロボット姿勢サンプリング部110bと、第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cのうち2台の多関節ロボットの姿勢組合せの記録領域を確保する姿勢組合せ生成部110cと、所定時間毎の第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cの姿勢の変化量を求めるロボット姿勢変化判定部110eとを有する。

【0028】

なお、RCSモジュールとは、一般的な多関節ロボットのモーション設計のためのソフトウェアであり、多関節ロボットの各軸の加減速度を決定する機能等を持ち、ロボット動作データをロボット姿勢サンプリング部110bに擬似的に与えるものである。 30

【0029】

相互干渉確認部110において検証された結果は相互干渉検証結果記録部112に伝えられ、第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cの姿勢と、相互干渉判別結果と組合せの情報をデータ書き込み部102を介してハードディスク34にデータベース37等の形式で記録する。

【0030】

キーボード18及びマウス20の入力情報はオペレータ指示認識部104を介して姿勢組合せ計算部114に伝えられる。姿勢組合せ計算部114では作業開始時点からのオフセット量(動作経過時間)を計算する。 40

【0031】

求められた第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cの動作経過時間は、ロボット姿勢計算部116へ伝えられる。ロボット姿勢計算部116は、第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cの動作経過時間に相当する第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cの姿勢データをデータベース37等の記録から読み出す。相互干渉検証プログラム35は、データ転送部118を介してデータの入出力を行う。

【0032】

第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cは全て同構造であり、図4に示すよう 50

に、取付台である第 1 ベース 5 4 に対して、先端側に向かって順に、第 2 ベース 5 6、第 1 リンク 5 8、第 2 リンク 6 0、第 3 リンク 6 2、第 4 リンク 6 4 及びガン着脱部 6 6 が接続されている。先端のガン着脱部 6 6 にはガンユニット (エンドエフェクタ) 6 8 が接続されている。第 1 ~ 第 3 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b、5 0 c は、必ずしも同構造でなくてもよい。

【0033】

第 2 ベース 5 6 は鉛直軸である軸 J 1 を中心にして第 1 ベース 5 4 に対して旋回可能に軸支されている。第 1 リンク 5 8 の基端部は水平軸である軸 J 2 により第 2 ベース 5 6 に俯仰可能に軸支されている。また、第 2 リンク 6 0 の基端部は水平軸である軸 J 3 により第 1 リンク 5 8 の先端部に揺動可能に軸支されている。そして、第 3 リンク 6 2 は第 2 リンク 6 0 の先端側に軸 J 4 を共通の回転中心軸として接続されている。さらに、第 4 リンク 6 4 の基端部は軸 J 4 に対して直角方向の軸 J 5 により第 3 リンク 6 2 の先端部に揺動可能に軸支されている。ガン着脱部 6 6 は第 4 リンク 6 4 の先端側に軸 J 6 を共通の回転中心軸として接続されている。

10

【0034】

ガン着脱部 6 6 に接続されたガンユニット 6 8 はいわゆる C 型溶接ガンであり、アーチ状のアーム 7 4 の両端部には、ガン軸 J 7 に沿って開閉する一対の電極 7 0、7 2 を有する。この電極 7 0、7 2 は閉状態ではガン軸 J 7 上の作業点 (以下、TCP (Tool Center Point) という。) において図示しないワークに接触する。

【0035】

軸 J 1 ~ J 6 の駆動機構並びに電極 7 0、7 2 の進退機構 (つまり、ガン軸 J 7) は、それぞれ図示しないアクチュエータにより駆動され、TCP は軸 J 1 ~ J 6 のそれぞれの回転角 $\theta_1 \sim \theta_6$ の値及び第 1 ~ 第 3 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b、5 0 c の各部寸法により決定される。

20

【0036】

また、ガンユニット 6 8 は C 型溶接ガンに限らず、例えば、図 5 に示す X 型溶接ガン (共通の支軸に軸支された開閉する一対のガンアームを備える溶接ガン) 6 8 a であってもよい。

【0037】

図 6 に示すように、第 1 多関節ロボット 5 0 a の動作を途中の教示姿勢点 P_n ($n = 1, 2, 3 \dots$) における姿勢として記録するパステブル 180 は、「ガンユニットの向き」欄 180 a、「TCP の位置」欄 180 b 及び「各軸角度」欄 180 c から構成されており、「各軸角度」欄 180 c は回転角 $\theta_1 \sim \theta_6$ から構成されている。「ガンユニットの向き」欄 180 a 及び「TCP の位置」欄 180 b は、それぞれ 3 つのパラメータで表されている。

30

【0038】

図 6 に示す例では、8 つの教示姿勢点 $P_1 \sim P_8$ によってパステブル 180 が構成されている例を示しているが、動作経路が最終的に初期位置である教示姿勢点 P_1 に戻るような経路であるときには最終の教示姿勢点 P_8 を P_1 に置き換えるとよい。

【0039】

なお、第 2 及び第 3 多関節ロボット 5 0 b、5 0 c についても同様のパステブルが存在する。

40

【0040】

次に、このように構成されるオフラインティーチング装置 10 及び相互干渉検証プログラム 35 を用いて、第 1 及び第 2 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b の相互干渉を検証する方法について図 7 ~ 図 12 を参照しながら説明する。

【0041】

以下の説明では、第 1 ~ 第 3 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b、5 0 c のうち 2 台の第 1 及び第 2 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b について相互干渉を検証する方法を例にして説明する。また、以下の処理は、基本的に相互干渉検証プログラム 35 によって自動的に行われ

50

る。

【0042】

先ず、図7のステップS1において、ロボット動作プログラム生成部108が、パステブル180等のデータを読み込み、第1及び第2多関節ロボット50a、50bについてそれぞれロボット動作プログラムを生成する。

【0043】

次に、ステップS2において、動作計画計算部110aがパステブル180とRCSモジュールに基づいて第1及び第2多関節ロボット50a、50bの動作計画を生成する。この動作計画は、パステブル180で表されている教示姿勢点Pn間を動作速度等の条件によって補間するものである。

10

【0044】

この動作計画は、第1及び第2多関節ロボット50a、50bの各80[sec]間の動作を表し、それぞれ1[sec]毎にサンプリングした80通りの姿勢によって構成されるものとする。

【0045】

次に、ステップS3において、ロボット姿勢サンプリング部110bが、生成された動作計画から、各サンプリング時刻、すなわち各オフセット量における第1及び第2多関節ロボット50a、50bのロボット姿勢データを計算する。つまり、各サンプリング時刻におけるTCPや各回転角1～6を計算して記録する。

【0046】

次に、ステップS4において、ロボット姿勢変化判定部110eがサンプリング結果から第1多関節ロボット50aの所定時間毎の姿勢変化量を求め、姿勢変化が大きい箇所の抽出を行う。このステップS4の詳細な処理については後述する。

20

【0047】

次に、ステップS5において、姿勢組合せ生成部110cが、サンプリングした姿勢での組合せを示す組合せデータ210(図8参照)を記録するための記録領域をRAM29上に確保する。組合せデータ210は、図8から了解されるように、微小時間毎の等間隔ではなく、第1多関節ロボット50aの動作時間が間引かれているので、記録容量を低減することができる。

【0048】

図8に示す例は、組合せデータ210を模式的に示したものであり、第1多関節ロボット50aのサンプリング数を横方向にとり、第2多関節ロボット50bのサンプリング数を縦方向にとることにより平面状に表している。

30

【0049】

次に、ステップS6において、ロボット姿勢変化判定部110eで記録した比較時間tcに対して、第2多関節ロボット50bとの干渉判別計算を行う。

【0050】

つまり、前記ステップS4で抽出した比較時間tcにおける第1多関節ロボット50aの姿勢に対して、前記ステップS3で計算した動作姿勢を適用する。そして各姿勢の組合せについて、3次元CADの標準的な機能により、第1多関節ロボット50aと第2多関節ロボット50bとが干渉しているか否かを確認する。

40

【0051】

干渉が確認された組合せについては、組合せデータ210上の相当するメモリに干渉を示すマーク212を記録する。図8に示す例では、マーク212が黒丸「●」で示される。また、組合せデータ210では、第1多関節ロボット50a及び第2多関節ロボット50bが想定通りに動作した場合には、対角状に設定される行程線214に沿って動作する。従って、図8に示す例では、行程線214上にマーク212が存在しないことから、一方が途中停止するトラブルがなければ相互干渉を起こすことなく動作可能であることが確認できる。

【0052】

50

なお、第 1 多関節ロボット 50 a の動作は、パステブル 180 (図 6 参照) の「番号」欄で示されるように、所定の教示番号を示す教示姿勢点 P 1、P 2 ... によって区切られている。これらの教示番号で区切られたエリアのうち干渉が検出されたエリアについては、そのエリアの手前で停止させる必要があるため、干渉確認の時間間隔を適当に伸ばしてもよい。干渉確認の時間間隔を伸ばすことによって処理時間を短縮することができる。

【0053】

次に、ステップ S 7 において、相互干渉検証結果記録部 112 が干渉判別結果として組合せデータ 210 をデータベース 37 としてハードディスク 34 に記録する。

【0054】

このようにして、第 1 及び第 2 多関節ロボット 50 a、50 b が動作する際の相互干渉の状況を検証することができる。 10

【0055】

次に、前記ステップ S 4 で実行する処理について図 9 を参照しながら説明する。このステップ S 4 の処理は主にロボット姿勢変化判定部 110 e によって自動的に実行される。

【0056】

まず、ステップ S 101 において、基準時間 t_b と比較時間 t_c を初期値に設定する。つまり、基準時間 t_b を作業時間の開始時間に設定するとともに、比較時間 t_c を基準時間 t_b に対して所定の短い時間幅 t を加算した値に設定する。基準時間 t_b と比較時間 t_c は、ステップ S 105 及びステップ S 107 で更新される。時間幅 t はサンプリング幅に設定するとよく、上記の例では 1 [sec] とするとよい。 20

【0057】

次に、ステップ S 102 において、その時点における比較時間 t_c と作業時間の終了時間とを比較する。比較時間 t_c が作業時間に達しているときには図 9 に示す処理を終了してステップ S 5 (図 7 参照) へ移り、未達であるときには次のステップ S 103 に進む。

【0058】

ステップ S 103 においては、基準時間 t_b と比較時間 t_c との間における第 1 多関節ロボット 50 a の姿勢変化量を求める。

【0059】

具体的には、基準時間 t_b における第 1 多関節ロボット 50 a の各軸の回転角 $\theta_1 \sim \theta_6$ が θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 、 θ_5 及び θ_6 で、比較時間 t_c における回転角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 、 θ_5 及び θ_6 であるとき、姿勢変化量を次の (1) 式により求める。 30

$$\begin{aligned} &= a_1 \cdot |\theta_1 - \theta_1| + a_2 \cdot |\theta_2 - \theta_2| + a_3 \cdot |\theta_3 - \theta_3| \\ &+ a_4 \cdot |\theta_4 - \theta_4| + a_5 \cdot |\theta_5 - \theta_5| + a_6 \cdot |\theta_6 - \theta_6| \\ &\quad \dots (1) \end{aligned}$$

【0060】

ここで、 $a_1 \sim a_6$ は、各軸 J 1 ~ J 6 に対する重み付けのための正の係数であり、第 1 多関節ロボット 50 a の構造によって予め設定されている。第 1 多関節ロボット 50 a の姿勢変化は、例えば、先端側の軸 J 6 の回転角である θ_6 よりも、第 1 ベース 54 に近い軸 J 1 の回転角である θ_1 によって大きく影響を受けることから、 θ_6 に関する係数 a_6 よりも θ_1 に関する係数 a_1 を大きく設定するとよい。 40

【0061】

この (1) 式によれば、例えば、基準時間 t_b 及び比較時間 t_c で TCP の位置が一定である場合にも、その他の部分が変位していることを定量的に判断することができる。

【0062】

なお、C 型溶接ガンであるガンユニット 68 の電極 72 が変位しても、第 1 多関節ロボット 50 a の姿勢は変化しないことから、第 2 多関節ロボット 50 b に干渉することはないと判断できる。従って、(1) 式では、電極 72 の移動量を示す項は含まれていない。これに対して、X 型溶接ガン 68 a (図 5 参照) を用いる場合は、電極 80、82 を保持する指示部が大きく変位するので、電極 80、82 の移動量を示す項を付加するとよい。 50

【0063】

また、電極72の移動量は、他のロボットと干渉することがないことが明らかであるから、この電極の移動量は、(1)式に加えなくてもよい。

【0064】

姿勢変化量は、(1)式に限らず、第1多関節ロボット50aの姿勢の変化を定量的に示すことのできる式により求めればよい。

【0065】

次に、ステップS104において、姿勢変化量を所定の閾値Cと比較する。姿勢変化量が閾値Cより小さいときにはステップS105に移り、姿勢変化量が閾値C以上であるときには次のステップS106に移る。閾値Cは、第1多関節ロボット50aの姿勢変化の大小を区別することのできる適当な値であり、予め設定されている。 10

【0066】

具体的には、図10に示すように、姿勢変化量の積算値が閾値Cを超えた時間を抽出することができる。図10では、作業時間を時間 t_0 、 t_1 、 $t_2 \dots$ (時間幅 t)と表すとともに、 $n = 1, 2, 3 \dots$ として、時間 $t_n \sim t(n+1)$ の姿勢変化量を n と表している。積算値は、閾値Cを超える毎にリセットされるように処理されて、積算値が閾値Cを超えた時間 t_2 、 t_6 、 t_7 及び t_9 が抽出されるとともに時間 t_0 、 t_1 、 t_3 、 t_4 、 t_5 及び t_8 は省かれる。なお、図10はロボット姿勢変化判定部110eが行う処理をイメージ的に表現したものであって、1～6の正負符合によって、姿勢変化量が必ずしもそのまま積算されないこともあるが、(1)式によれば基準時間 t_b における前記第1多関節ロボット50aの姿勢に対して姿勢変化量が閾値Cより大きくなる比較時間 t_c を確実に抽出することができる。 20

【0067】

ステップS105においては、比較時間 t_c を時間幅 t だけ増加・更新した後にステップS102に戻る。このように、基準時間 t_b の値を維持して比較時間 t_c だけを更新することにより、第1多関節ロボット50a姿勢変化量が閾値Cを下回るまま連続して動作する場合でも、その変化量を積算的に処理することになり、やがて姿勢変化量が閾値C以上となって、ステップS106に移るようになる。

【0068】

一方、ステップS106においては、その時点における比較時間 t_c を記録するとともに、所定のメモリ領域を確保する。 30

【0069】

次に、ステップS107において、基準時間 t_b にその時点の比較時間 t_c を代入するとともに、新たな比較時間 t_c を基準時間 t_b より時間幅 t だけ長く設定する。これにより、基準時間 t_b と比較時間 t_c との時間幅は t となる。この後、ステップS102に戻り処理を続行する。

【0070】

図7及び図9のフローチャートで示される処理が終了した後、記録されたデータベース37等に基づいて、干渉を検証するグラフを作成するとよい。このグラフは、例えば、前記特許文献1で開示されている方法により作成するとよい。さらに、干渉が確認されたエリアについては所定のインターロックを設けることにより、ロボットの相互干渉を防止することができる。 40

【0071】

また、第1多関節ロボット50aと第3多関節ロボット50cとの相互干渉、及び第2多関節ロボット50bと第3多関節ロボット50cとの相互干渉についても同様に検証することができる。

【0072】

この方法では、単にTCPの移動距離だけでなく、各軸J1～J6の姿勢変化を考慮していることから、例えば、図11に示すように、TCPの移動距離が少ない場合であってもガンユニット68が反転するような場合には、干渉確認を行うようにすることができる。 50

【 0 0 7 3 】

上記の説明では、第 1 多関節ロボット 5 0 a の姿勢変化量 に基づいて、干渉確認回数を低減する例について説明したが、図 1 2 に示すように、第 2 多関節ロボット 5 0 b についても姿勢の変化の少ない箇所を間引くようにしてもよい。

【 0 0 7 4 】

また、電極 7 0、7 2 に通電して溶接を行っている最中には、ロボットは動作しないことから、少なくともこの間における検証回数を削減することができる。

【 0 0 7 5 】

この発明に係るロボットの相互干渉検証方法は、上述の実施の形態例に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々のステップを採り得ることはもちろんである。

10

【 0 0 7 6 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係るロボットの相互干渉検証方法によれば、2 台のロボットが同時に動作する際に、一方のロボットの姿勢変化量が小さい箇所については相互干渉の有無を検証する時間を伸ばすことにより、短時間で検証を行うことができるという効果が達成される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施の形態で使用するオフラインティーチング装置及びロボット装置を示す説明図である。

【図 2】オフラインティーチング装置の構成を示すブロック図である。

20

【図 3】相互干渉検証プログラムの構成を示すブロック図である。

【図 4】多関節ロボットの構成を示す説明図である。

【図 5】X 型溶接ガンを示す説明図である。

【図 6】パステابلを示す説明図である。

【図 7】本実施の形態に係るロボットの相互干渉検証方法の手順を示すフローチャートである。

【図 8】第 1 多関節ロボットについて姿勢の変化の少ない箇所を間引いた組合せデータを示す説明図である。

【図 9】ロボット姿勢変化判定部によって、第 1 多関節ロボットの姿勢変化量の小さい箇所を抽出する手順を示すフローチャートである。

30

【図 1 0】ロボット姿勢変化判定部によって、第 1 多関節ロボットの姿勢変化量の小さい箇所が抽出された比較時間を示す模式図である。

【図 1 1】ロボットの姿勢変化量が大きいときで、T C P の移動量が小さい場合のガンユニットの移動状態を示す模式図である。

【図 1 2】第 1 多関節ロボット及び第 2 多関節ロボットの双方について姿勢の変化の少ない箇所を間引いた組合せデータを示す説明図である。

【符号の説明】

1 0 ... オフラインティーチング装置	1 2 ... ロボット装置
1 4 ... 制御部	1 6 ... モニタ
1 8 ... キーボード	2 0 ... マウス
2 2 a ~ 2 2 c ... ロボット制御部	2 6 ... C P U (コンピュータ)
2 8 ... R O M	2 9 ... R A M
3 4 ... ハードディスク	3 5 ... 相互干渉検証プログラム
3 7 ... データベース	5 0 a ~ 5 0 c ... 多関節ロボット
6 8 ... ガンユニット	6 8 a ... X 型溶接ガン
7 0、7 2、8 0、8 2 ... 電極	1 0 0 ... データ読み込み部
1 0 2 ... データ書き込み部	
1 0 8 ... ロボット動作プログラム生成部	1 1 0 ... 相互干渉確認部
1 1 0 a ... 動作計画計算部	
1 1 0 b ... ロボット姿勢サンプリング部	1 1 0 c ... 姿勢組合せ生成部

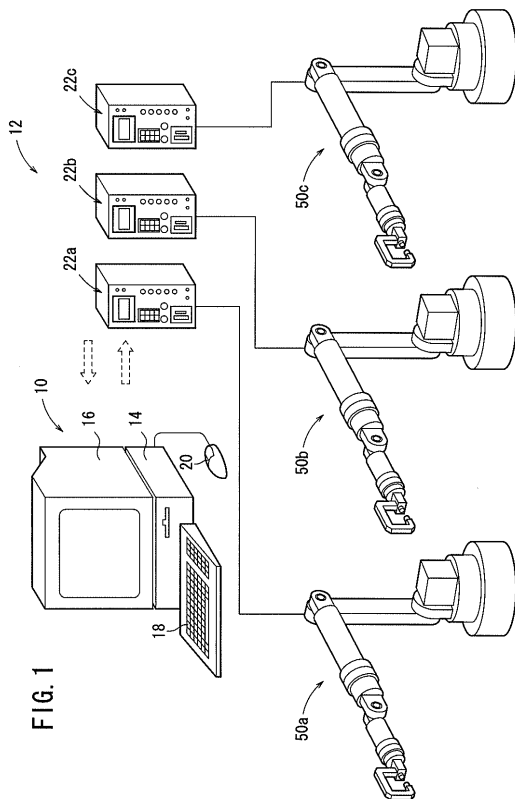
40

50

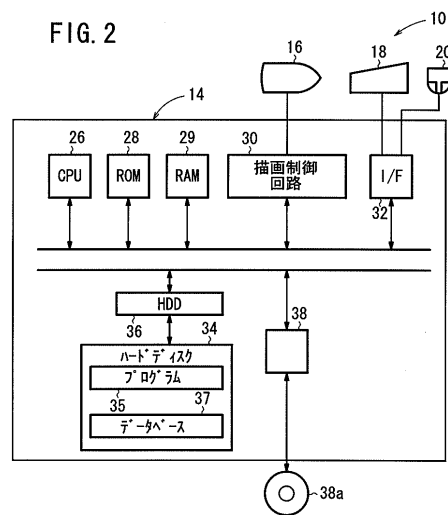
1 1 0 d ... 相互干渉計算部
1 1 2 ... 相互干渉検証結果記録部
1 1 6 ... ロボット姿勢計算部
2 1 0 ... 組合せデータ

1 1 0 e ... ロボット姿勢変化判定部
1 1 4 ... 姿勢組合せ計算部
1 8 0 ... パステール

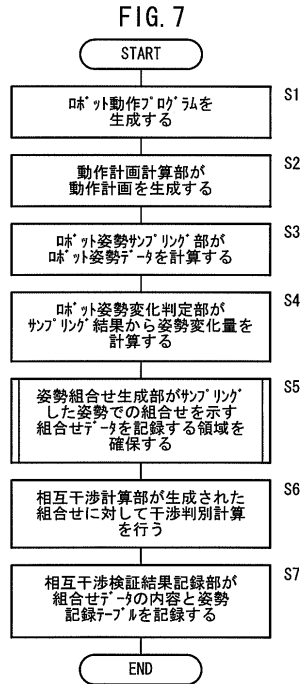
【 図 1 】



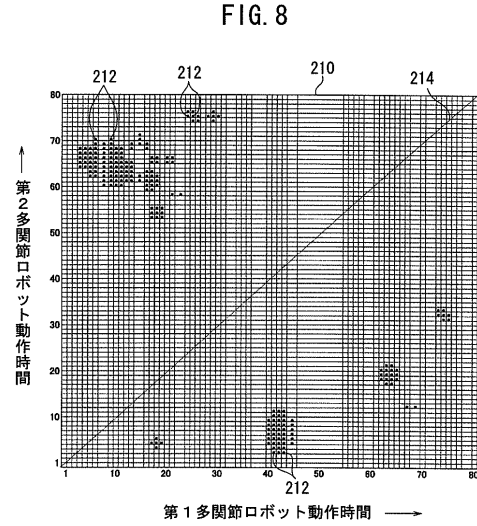
【 図 2 】



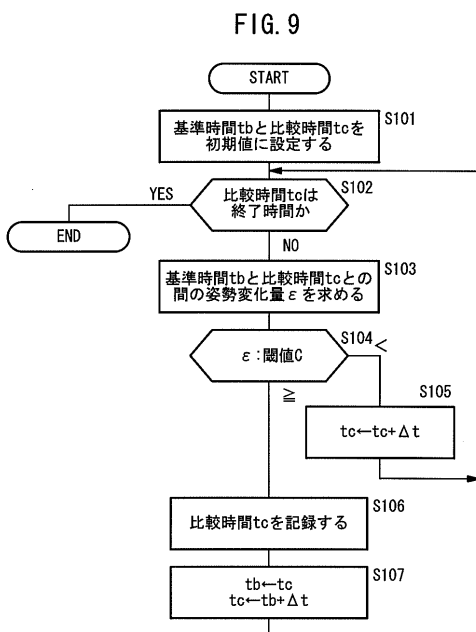
【図 7】



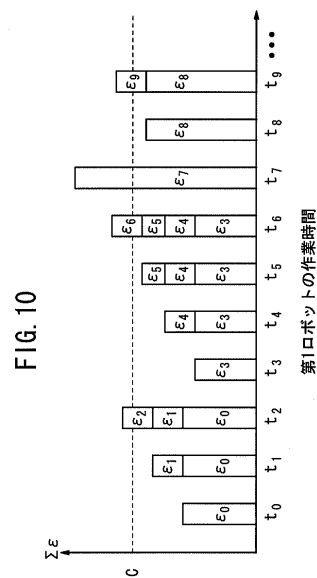
【図 8】



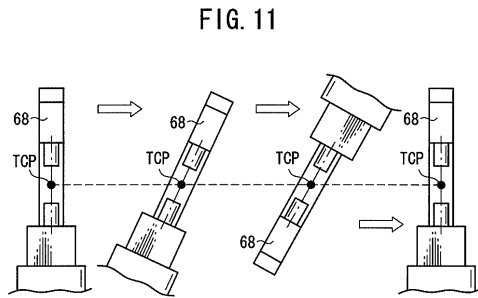
【図 9】



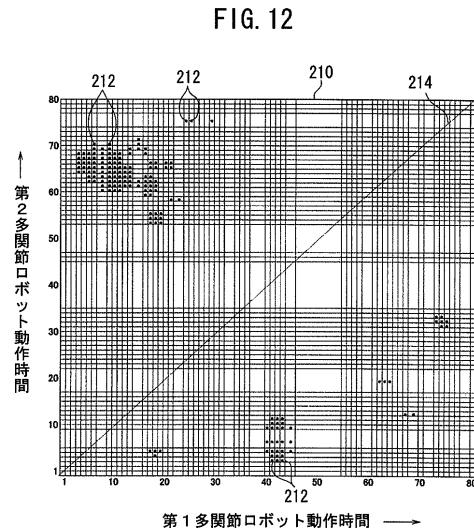
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【手続補正書】

【提出日】平成16年2月3日(2004.2.3)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

【従来の技術】

従来、製造ラインに設置された多関節ロボットを直接操作させて作業姿勢のティーチングを行おうとすると、多関節ロボットの操作を熟知したオペレータが製造ラインの現場で作業を行わなければならない。その為、作業時間が限られ作業が非効率的となってしまう。また、その作業は、製造ラインを停止させた状態で行う必要があるために当該製造ラインの稼働率も低下してしまう。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

さらに、相互干渉確認部110は、動作計画計算部110aによる任意時刻における第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cの姿勢を計算するロボット姿勢サンプリング部110bと、第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cのうち2台の多関節ロボットの姿勢組合せの記録領域を確保する姿勢組合せ生成部110cと、所定時間毎の第1～第3多関節ロボット50a、50b、50cの姿勢の変化量を求めるロボット姿勢

変化判定部 1 1 0 e とを有する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 3】

次に、ステップ S 2 において、動作計画計算部 1 1 0 a がパステーブル 1 8 0 に基づいて第 1 及び第 2 多関節ロボット 5 0 a、5 0 b の動作計画を生成する。この動作計画は、パステーブル 1 8 0 で表されている教示姿勢点 P n 間を動作速度等の条件によって補間するものである。

フロントページの続き

(72)発明者 高橋 宏爾

埼玉県狭山市新狭山 1 - 1 0 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 3C007 AS11 BS10 LS09 LV02 MS08