

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5268495号
(P5268495)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int.Cl.		F I			
B 2 5 J	9/22	(2006.01)	B 2 5 J	9/22	A
G 0 5 B	19/4093	(2006.01)	G 0 5 B	19/4093	J
G 0 5 B	19/42	(2006.01)	G 0 5 B	19/42	J

請求項の数 4 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-212847 (P2008-212847)</p> <p>(22) 出願日 平成20年8月21日(2008.8.21)</p> <p>(65) 公開番号 特開2010-46753 (P2010-46753A)</p> <p>(43) 公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)</p> <p>審査請求日 平成23年2月4日(2011.2.4)</p> <p>審判番号 不服2012-23139 (P2012-23139/J1)</p> <p>審判請求日 平成24年11月22日(2012.11.22)</p>	<p>(73) 特許権者 000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号</p> <p>(74) 代理人 100061745 弁理士 安田 敏雄</p> <p>(72) 発明者 飛田 正俊 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内</p> <p>合議体 審判長 野村 亨 審判官 刈間 宏信 審判官 菅澤 洋二</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オフライン教示データの作成方法及びロボットシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

垂直6軸多関節型のロボットの据付ベースを移動させると共に冗長軸が2本以上存在するスライダを動作させながらワークに対して連続した作業を行なうロボットシステムのオフライン教示データの作成方法であって、

前記ワークでの作業位置を設定する初期設定ステップと、

前記ロボットの動作基点であるロボット原点を通り且つ当該ロボットの先端部が含まれる探索平面を設定するステップと、

前記探索平面内に設定された複数個の格子点のそれぞれが前記ワーク上の作業位置に合致するように前記スライダの位置を設定して、そのスライダの位置における各格子点の評価値を算出する評価値算出ステップと、

前記評価値に基づいて前記スライダの位置を決定し、決定されたスライダの位置を前記ロボットのオフライン教示データとして採用する決定ステップと、
を有して、

前記評価値算出ステップは、ロボットのリンク同士の間角に関し同一直線上に位置する状態からのズレ量、ロボットの各軸の動作最大可動値からのズレ量、ワークに対するロボットの干渉量、スライダ及び各軸の動作範囲からのズレ量、スライダ及び各軸の前回位置からのズレ量、のいずれかを含む評価関数を用いて、各格子点の評価値を計算することを特徴とするオフライン教示データの作成方法。

【請求項2】

前記評価値算出ステップは、前記決定ステップにてスライダ位置が決定できなかった場合に、前記作業位置を中心として回転させた探索平面を設定して、各格子点の評価値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載のオフライン教示データの作成方法。

【請求項 3】

前記ロボットシステムは、前記ワークを姿勢変化可能に把持するポジションを備え、

前記評価値算出ステップは、前記決定ステップにてスライダ位置が決定できなかった場合に、前記ポジションによるワークの姿勢を変更して、各格子点の評価値を算出することを特徴とする請求項 2 に記載のオフライン教示データの作成方法。

【請求項 4】

垂直 6 軸多関節型のロボットと、該ロボットが搭載され且つ冗長軸が 2 本以上存在するスライダと、前記ロボット及びスライダを制御する制御装置と、前記ロボット及びスライダのオフライン教示データを作成する作成装置とを備えており、

前記作成装置は、前記ワークでの作業位置を設定する初期設定部と、

前記ロボットの動作基点であるロボット原点を通り且つ当該ロボットの先端部が含まれる探索平面を設定し、該探索平面内に設定された複数の格子点のそれぞれが前記ワーク上の作業位置に合致するように前記スライダの位置を設定して、そのスライダの位置における各格子点の評価値を算出する評価値算出部と、

前記評価値に基づいて前記スライダの位置を決定し、決定されたスライダの位置を前記ロボットのオフライン教示データとして採用する決定部と、

を有して、

前記評価値算出部は、ロボットのリンク同士の角度に関し同一直線上に位置する状態からのズレ量、ロボットの各軸の動作最大可動値からのズレ量、ワークに対するロボットの干渉量、スライダ及び各軸の動作範囲からのズレ量、スライダ及び各軸の前回位置からのズレ量、のいずれかを含む評価関数を用いて、各格子点の評価値を計算するように構成されていることを特徴とするロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、産業用ロボットの動作を教示する教示データに関するものであって、特に、ロボットを搭載して走行するスライダ（走行台車）を有するオフライン教示データの作成方法、及びこの作成方法が適用されたロボットシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば 6 軸の溶接ロボットシステムにおいて、姿勢教示するためには、オペレータが実機を操作しながら、あるいは CRT 画面でシミュレートしながら、ワークに対するロボット先端部の角度（作業角度）や各軸の角度を入力し修正・調整することが行なわれる。この方法は、オペレータの試行錯誤により目的の作業角度を得るものであって、操作性が悪く、かつ時間がかかる。このため、教示作業の簡易化及び製造ラインの無停止化等を目的として、オフラインでロボットの教示を行なうオフライン教示システムがある。

一方、ロボットシステムによる溶接、塗装、バリ取り、切断など各種作業を行なうときに、作業品質や作業効率向上の観点から、ワークに対する作業具の動作を途切れさせることなく連続して行なうように、作業を設定することが増えてきている。このような場合にロボットの動作範囲を超える作業領域であっても、連続して作業させるために、ロボットの位置を連続して変更するスライダが用いられることが一般的である。この時、作業位置に応じてロボットの動作範囲内に納まるようにスライダ位置を適切に設定することで、連続した作業を実現することができる。さらに、ロボット作業においては、ワークを支持するとともに、溶接に適した姿勢にワークを位置決めするポジションが用いられることがある。

【0003】

このようなスライダ、ポジショナを用いたロボットシステムのオフライン教示システムが特開2001-328087号公報(特許文献1)に、ポジショナの設定方法が特開2006-72673号公報(特許文献2)に、それぞれ開示されている。

特許文献1には、作業ツールの動作範囲が広く取れて最も自由に制御可能なロボット姿勢(基本姿勢)をとることができるように、スライダの位置を算出し決定する方法が開示されている。この技術でのロボットの基本姿勢は、ワーク径に応じて実験等により予め得られるものとなっている。

【0004】

特許文献2には、ポジショナの姿勢をワークに対する溶接線の位置等から事前に決定し、その後、スライダおよびロボットの位置・姿勢を決定する技術が開示されている。なお、ポジショナの決定方法は特許文献1にも開示されている。

【特許文献1】特開2001-328087号公報

【特許文献2】特開2006-72673号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1及び特許文献2に開示された技術は、周囲の干渉物の影響を考慮して位置決めする場合や、入り組んだワークの溶接線に対する干渉を回避した姿勢を決定する場合など、複雑な状況下でのロボット姿勢、特にスライダの位置を決定するには適用できるものとはなっていない。

すなわち、特許文献1の技術は、ある程度形状が決まっているワーク(鋼管)であって、周囲の干渉物等の影響を受けにくいレイアウトの場合は有効な可能性と思われるが、周囲との干渉などがあり、ロボットの基本姿勢やその近傍で位置決めができない時、又はロボットが非常に厳しい姿勢を取らざるを得ないような時に、スライダの位置を決定できるものとはなっていない。

【0006】

特許文献2の技術は、ポジショナの姿勢設定に主眼がおかれた技術であり、どのようなスライダの配置を試行しても、ロボットやスライダの動作範囲の限界から干渉せずにロボットが作業可能な姿勢を取ることができない場合を回避する技術とはなっていない。

このような従来技術が適用できない場合には、オフライン教示においては、画面又は干渉チェック機能等を用いて、オペレータが総合的に判断したりして、スライダ位置とロボット姿勢とを決定するように操作する。この修正作業には多大な時間と労力が費やされていた。

【0007】

そこで、本発明は、上記問題点に鑑み、ロボットの据付ベースを移動させるスライダを動作させながらワークに対して連続した作業を行なうロボットシステムにおいて、ワークの形状又は周囲環境に応じて、ロボットと同期するスライダの適切な教示点を、自動的にかつ効率的に作成するオフライン教示データの作成方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の目的を達成するため、本発明においては以下の技術的手段を講じた。

本発明に係るオフライン教示データの作成方法は、垂直6軸多関節型のロボットの据付ベースを移動させると共に冗長軸が2本以上存在するスライダを動作させながらワークに対して連続した作業を行なうロボットシステムのオフライン教示データの作成方法であって、前記ワークでの作業位置を設定する初期設定ステップと、前記ロボットの動作基点であるロボット原点を通り且つ当該ロボットの先端部が含まれる探索平面を設定するステップと、前記探索平面内に設定された複数個の格子点のそれぞれが前記ワーク上の作業位置に合致するように前記スライダの位置を設定して、そのスライダの位置における各格子点の評価値を算出する評価値算出ステップと、前記評価値に基づいて前記スライダの位置を決定し、決定されたスライダの位置を前記ロボットのオフライン教示データとして採用す

10

20

30

40

50

る決定ステップと、を有して、前記評価値算出ステップは、ロボットのリンク同士
の角度に関し同一直線上に位置する状態からのズレ量、ロボットの各軸の動作最大可動値から
のズレ量、ワークに対するロボットの干渉量、スライダ及び各軸の動作範囲からのズレ
量、スライダ及び各軸の前回位置からのズレ量、のいずれかを含む評価関数を用いて、各
格子点の評価値を計算することを特徴とする。

【0009】

この発明の構成により、ロボット原点を通る探索平面内にて設定された離散的な格子点をワーク上の作業位置に一致させて、評価値を算出する。例えば、この評価値は、ワークに対する干渉又はニアミスの程度が反映された評価関数を設定することで得られ、評価値が最大又は最小となる格子点に対応するようにスライダの位置を決定する。こうすることで、スライダの適切な位置を自動的かつ効率的に決定することができる。

なお、探索平面における格子点は、計算負荷を考慮して、連続的なものではなく離散的であることが好ましい。例えば、探索にするのに十分に細かい、かつ、過度の計算負荷にならない離散的な格子点であることが好ましい。

以上のことを精説すれば、まず、本発明に係るオフライン教示データの作成方法によれば、ロボット原点を通る探索平面内にて設定された格子点をワーク上の作業位置に一致させて、評価値を算出することができるものとなっている。この評価値は、ワークに対する干渉又はニアミスの程度が反映された評価関数を設定することで得られているため、評価値が最大又は最小となる格子点に対応するようにスライダの位置を決定することができる。つまり、スライダの適切な位置を自動的かつ効率的に決定することが可能となる。

ところで、スライダの適切な教示点を自動的かつ効率的に算出するにあたっては、ロボットの先端が動き得る空間内の全ての位置に対して評価関数を求め、その結果により、スライダの教示点を決定することが考えられる。しかしながら、この手法を採用した場合、教示点を算出するために必要とされる計算量は莫大なものとなり、計算時間も長時間に及ぶことになる。

斯かる難点を解決するために、本発明では、複数個の離散的な格子点が設定された探索平面を設定し、その探索面を用いて、各離散格子点の評価値を算出するようにしている。これにより、少ない計算負荷のもと、ロボットと同期するスライダの適切な教示点を、自動的かつ効率的に作成することが可能となる。

【0010】

なお、前記評価値算出ステップは、前記決定ステップにてスライダ位置が決定できなかった場合に、前記作業位置を中心として回転させた探索平面を設定して、各格子点の評価値を算出するものであってもよい。

こうすることで、スライダの適切な位置が決定不可能な場合には、作業位置を中心として探索平面を回転させる。回転させた探索平面を用いて各格子点の評価値を算出して、スライダの適切な位置を決定することができる。

さらに、前記評価値算出ステップは、前記決定ステップにてスライダ位置が決定できなかった場合に、スライダ位置が決定できなかった探索平面に対して平行移動させた探索平面を設定して、各格子点の評価値を算出するものであってもよい。

【0011】

これにより、スライダの適切な位置を決定しようとしてもできない場合には、探索平面を平行移動させる。平行移動させた探索平面を用いて各格子点の評価値を算出して、スライダの適切な位置を決定することができる。

さらに、前記ロボットシステムは、前記ワークを姿勢変化可能に把持するポジションを備え、前記評価値算出ステップは、前記決定ステップにてスライダ位置が決定できなかった場合に、前記ポジションによるワークの姿勢を変更して、各格子点の評価値を算出するものであってもよい。

【0012】

これにより、探索平面を回転させてスライダの適切な位置を決定しようとしてもできない場合には、ポジションナの姿勢を変更させる。姿勢が変更されたポジションナ姿勢を用いて各格子点の評価値を算出して、スライダの適切な位置を決定することができる。

上記した移動経路算出方法が採用された本発明のロボットシステムは、垂直 6 軸多関節型のロボットと、該ロボットが搭載され且つ冗長軸が 2 本以上存在するスライダと、前記ロボット及びスライダを制御する制御装置と、前記ロボット及びスライダのオフライン教示データを作成する作成装置とを備えており、前記作成装置は、前記ワークでの作業位置を設定する初期設定部と、前記ロボットの動作基点であるロボット原点を通り且つ当該ロボットの先端部が含まれる探索平面を設定し、該探索平面内に設定された複数の格子点のそれぞれが前記ワーク上の作業位置に合致するように前記スライダの位置を設定して、そのスライダの位置における各格子点の評価値を算出する評価値算出部と、前記評価値に基づいて前記スライダの位置を決定し、決定されたスライダの位置を前記ロボットのオフライン教示データとして採用する決定部と、を有して、前記評価値算出部は、ロボットのリンク同士との角度に関し同一直線上に位置する状態からのズレ量、ロボットの各軸の動作最大可動値からのズレ量、ワークに対するロボットの干渉量、スライダ及び各軸の動作範囲からのズレ量、スライダ及び各軸の前回位置からのズレ量、のいずれかを含む評価関数を用いて、各格子点の評価値を計算するように構成されていることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0013】

20

本発明によると、ロボットの据付ベースを移動させるスライダを動作させながらワークに対して連続した作業を行なうロボットシステムにおいて、ロボットと同期するスライダの適切な教示点を、自動的かつ効率的に作成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態を、図を基に説明する。

なお、以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称及び機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。さらに、以下においては、溶接ロボットを例示し説明するが、本発明は、このような型式、軸数及び用途のロボットに限定して適用されるものではない。

30

[第1実施形態]

図1に示す斜視図を参照して、本実施形態に係るロボットシステム1の全体構成について説明する。

【0015】

図1に示すように、このロボットシステム1は、溶接ロボット2と、溶接ロボット2を搭載しロボット自体を移動させるスライダ3と、姿勢が変化可能な状態でワークWを把持するポジションナ4と、教示ペンダント51を備えた制御装置5とを備えている。

溶接ロボット2は、垂直多関節型の6軸のロボットであり、作業具として先端部に溶接トーチ21が設けられている。据付ベース側(基端側)はスライダ3上に配備されている。

40

スライダ3は、ワークWに対して前後方向を向くX軸、上下方向を向くZ軸、X-Z軸に直交するY軸の三軸方向に移動可能となっている。

【0016】

ポジションナ4は、ポジションナ4のワークWの取付け面の中心座標を基準として、スライダX軸、スライダY軸及びスライダZ軸が設定されている。これらの軸の交点がワーク原点である。さらに、ポジションナ4が2軸周りに回転にワークWを把持することが可能であって、ポジションナ回転軸1および2が設定されている。

制御装置5では、あらかじめ動作を教示したオフライン教示データ(教示プログラム)に従って溶接ロボット2を制御する。教示データは制御装置に付帯している教示ペンダント51を使用して作成する場合や、パソコンを利用したオフライン教示システム6を使用

50

して事前に作成される。オフライン教示システム 6 により作成された教示データは磁気ディスクやメモリ装置などを介して制御装置に受け渡しを行ったり、データ通信により制御装置に教示データを転送してもよい。

【 0 0 1 7 】

オフライン教示システム 6 は、表示装置としてグラフィック表示可能なモニタを備え、入力装置としてキーボード、マウスを備えている。また、ワーク W の C A D 情報を取り込むためのデータ入力手段として、磁気記憶装置や通信装置が設けられている。これらを使用して溶接ロボット 2 の制御装置に教示データの受け渡しを行うのは前述の通りである。本実施形態では、パソコンを利用したオフライン教示システム 6 を使用した例を示す。

図 2 にワーク W の概略図を示す。本実施形態においては、ワーク W に対して、6 つの溶接点 Q 1 ~ Q 6 (作業位置 Q 1 ~ Q 6) を設定すると共に、各溶接点 Q 1 ~ Q 6 を繋ぐ連続した 5 本の溶接線を設定する。ポジション 4 のワーク W の取付け面の中心座標 (ワーク原点) を基準として、各頂点 (溶接点) の (x , y , z) の値は、例えば、Q 1 (8 0 0 , - 1 3 0 0 , 4 0)、Q 2 (9 0 0 , - 1 1 0 0 , 4 0)、Q 3 (5 0 0 , - 6 0 0 , 4 0)、Q 4 (- 5 0 0 , - 6 0 0 , 4 0)、Q 5 (- 9 0 0 , - 1 1 0 0 , 4 0)、Q 6 (- 8 0 0 , - 1 3 0 0 , 4 0) (単位 mm) である。

【 0 0 1 8 】

以下、オフライン教示システム 6 の動作、すなわち、スライダ 3 の位置及びロボット 2 の姿勢をオフラインで作成する方法について詳しく説明する。

図 3 には、オフライン教示データの作成ための制御ブロックが示されている。この制御ブロックは、スライダ位置決定部 6 0 (決定部) を有している。

スライダ位置決定部 6 0 は、ワーク W の形状情報などに基づいて、溶接位置などを設定する初期位置設定部 6 1 と、溶接トーチ 2 1 の先端座標を入力し逆変換により溶接ロボット 2 の関節角を求めるロボット逆変換部 6 2 とを有している。さらに、スライダ 3 が動作範囲であるか否か等を含む評価関数を用いて各格子点における評価値を算出する評価値算出部 6 3 を有している。

【 0 0 1 9 】

さらに、スライダ位置決定部 6 0 は、評価値に基づいて格子点を判定する評価値判定部 6 4 と、スライダ 3 の位置が適切に決定できなかった溶接点に対して探索平面を変更する探索平面変更部 6 5 とを有している。加えて、探索平面を変更してもスライダ 3 の位置が適切に決定できなかった溶接点に対してポジション 4 により決定されるワーク W の姿勢を変更するポジション姿勢変更部 6 6 を含んでいる。

これらの初期位置設定部 6 1、ロボット逆変換部 6 2、評価値算出部 6 3、評価値判定部 6 4、探索平面変更部 6 5 及びポジション姿勢変更部 6 6 が、互いに関連して動作することにより、スライダ位置決定部 6 0 が、このロボットシステム 1 におけるスライダ 3 の位置を決定する。

【 0 0 2 0 】

図 4 には、スライダ位置決定部 6 0 における処理の手順を示したフローチャートが示されている。

まず、ステップ (以下、ステップを S と記載する) 1 0 0 にて、読込んだワーク W の形状情報などに基づいて溶接線を設定する。このとき、図 2 に示すような、6 つの溶接点 Q 1 ~ Q 6 (作業位置 Q 1 ~ Q 6) 及び 5 本の溶接線が設定される。

S 1 0 1 にて、指定された溶接位置に対する溶接トーチ 2 1 の姿勢及び溶接条件を、施工情報に基づいて設定する。

【 0 0 2 1 】

S 1 0 2 にて、各溶接線の作業を行なうときのポジション 4 の各軸の回転座標値を初期位置として設定する。本実施形態においては、ポジション 4 は、上述の 5 本の溶接線の溶接開先が下向きになるように、例えば、溶接区間 Q 1 - Q 2 においてはポジション姿勢 P 1 (4 5 , 2 1 . 8)、溶接区間 Q 2 - Q 3 においてはポジション姿勢 P 2 (4 5 , - 3 8 . 3)、溶接区間 Q 3 - Q 4 においてはポジション姿勢 P 3 (4 5 , - 9 0)、溶接区

10

20

30

40

50

間Q4 - Q5においてはポジシヨナ姿勢P4(45, -141.2)、溶接区間Q5 - Q6においてはポジシヨナ姿勢P5(45, -200.9)を初期位置として設定する。

【0022】

なお、各溶接区間において指定されたポジシヨナ4の姿勢をできるだけ保持するように溶接を実行するためには、ポジシヨナ姿勢が変化する作業位置(頂点)の前後にポジシヨナ4の連動開始点と連動終了点を挿入した教示データを作成するのが通常である。挿入された連動点についても、本発明の適用が可能である。したがって、この連動点についての詳細な説明は行なわない。

これらのS100からS102までの処理は、図3の初期位置設定部61により行なわれる。なお、上述した処理以外を用いて、これらの初期位置を設定しても構わない。

10

【0023】

S103にて、探索平面上の各格子点が溶接点Qiと一致するように、スライダ3の位置を決定する。具体的には、図5に示すように、ロボット原点(ロボット動作の基点となる点)を通り溶接ロボット2の先端部(作業具)が含まれる探索平面内での溶接ロボット2の動作範囲を考える。その動作範囲内に存在する探索にするのに十分に細かい離散的な格子点を全て算出又は予め設定しておく。探索の初期位置としては、溶接ロボット2の正面に各溶接点Qiが配置されるように、探索平面を設定して、各格子点が溶接点Qiと一致するように、スライダ3の位置を算出する。初期位置として溶接ロボット2の正面に溶接点Qiが配置されるようにしたが、溶接点Qiごとに溶接ロボット2との位置関係のある程度指定できる場合は、指定した位置関係となるように探索平面を配置することもできる。

20

【0024】

S104にて、スライダ3の位置がスライダ3の動作範囲を超えることなく設定できた場合には、溶接ロボット2の逆変換を実行し、溶接ロボット2の姿勢を決定する。このS104の処理は、図3のロボット逆変換部62により行なわれる。

S105にて、演算装置は、溶接ロボット2の逆変換が可能であるか否かを判定する。このとき、溶接ロボット2が溶接点Qiに対して、指定されたトーチ姿勢で逆変換できるか否かが判定される。溶接ロボット2の逆変換が可能であると判定されると(S105にてYES)、処理はS106へ移される。もしそうでないと(S105にてNO)、処理はS120へ移される。

30

【0025】

S106にて、各格子点における、評価関数の値(評価値)を算出する。この評価関数は、溶接ロボット2の特異姿勢からの余裕度、各軸の動作範囲からの余裕度、溶接ロボット2の姿勢における干渉又はニアミスの程度、スライダ3が動作範囲であるか否か、スライダ3及び各軸の前回位置からのズレ量を含む評価関数を用いて、各格子点の評価値を順次計算する。このS106の処理は、図3の評価値算出部63により行なわれる。

S106における評価関数について精説すれば、例えば、溶接ロボット2のリンクがそれに繋がるリンクに対して180°の角度(同一直線上に位置する)を有している場合には、そのリンクは特異姿勢にあるとし、その姿勢は避けるべきとされている。そこで、特異姿勢からの余裕度として、リンク同士の角度が180°からどれくらい離れているかを採用することができる。また、ロボット軸が例えば、+90°~-90°までの可動範囲にあるとした場合、軸の角度を85°にすることは可動範囲内にあるとはいえ、あまり好ましい状況とは言い難い。そこで、各軸の動作範囲からの余裕度として、最大可動値からのズレ量を評価関数に採用することができる。さらには、溶接点Qi-1におけるスライダ3の位置や各軸の角度と、当該格子点でのスライダ3の位置や各軸の角度との差をみて、その差があまりにも大きくなる(スライダ3が大きく動いたり各軸が大きく回転すること)は好ましくない。そこで、スライダ3などの前回位置からのズレ量を評価関数とすることができる。

40

【0026】

S107にて、各格子点の評価値の中から最も高い評価値(最高評価値)を抽出する。

50

S 1 0 8にて、最高評価値が予め定められたしきい値よりも高いか否かを判定する。最高評価値が予め定められたしきい値よりも高いと判定されると(S 1 0 8にてYES)、処理はS 1 0 9へ移される。もしそうでないと(S 1 0 8にてNO)、処理はS 1 2 0へ移される。

S 1 0 8の処理は、全ての格子点の評価値が全体的に低いときに抽出された最高評価値を用いる不具合を回避するためである。なお、S 1 0 7の処理を省き、S 1 0 8で各格子点毎の評価値が閾値を越えているか否かを判定してもよい。ある閾値を越えた時点で、その格子点を実現できるスライダ3の位置を教示データとするようにしてもよい。こうすることで、パソコン6における計算量を大幅に少なくすることができる。

【0027】

これらのS 1 0 7及びS 1 0 8の処理は、図3の評価値判定部64により行なわれる。

S 1 0 9にて、評価値が最高値のスライダ位置を教示データとする。

S 1 1 0にて、演算装置は、全ての溶接点についての処理(スライダ位置決定の処理)が済んでいるか否かを判定する。全ての溶接点について処理済であると判定されると(S 1 1 0にてYES)、このスライダ位置決定処理は終了する。もしそうでないと(S 1 1 0にてNO)、処理はS 1 1 1へ移される。S 1 1 1にて、次の溶接点を処理対象として、処理をS 1 0 3へ戻す。これらのS 1 0 9からS 1 1 1までの処理は、図3のスライダ位置決定部60により行なわれる。

【0028】

S 1 2 0にて、全ての探索平面について、処理(スライダ位置決定処理)が済んでいるか否かを判定する。全ての探索平面について処理済であると判定されると(S 1 2 0にてYES)、処理はS 1 3 0へ移される。もしそうでないと(S 1 2 0にてNO)、処理はS 1 2 1へ移される。S 1 2 1では探索平面を回転する操作を行う。この後、処理はS 1 0 3へ戻される。このS 1 2 1における処理は、ある探索平面の全ての格子点を溶接点としても、逆変換できない又は評価値が低い等によりスライダ3の適切な位置が決定できなかった溶接点 Q_i に対して、溶接点 Q_i を基準に、図6に示すようにスライダ3の適切な位置を探索する探索平面を、所定の角度の範囲で順次回転する。例えば、本実施形態においては、 $\pm 30^\circ$ の範囲において 2° ピッチで探索平面を設定している。このS 1 2 1の処理は、図3の探索平面変更部65により行なわれる。

【0029】

S 1 3 0にて、ポジション4の姿勢を変更する。S 1 3 1にて、この溶接点と隣の溶接点とを処理対象とする。このS 1 3 0及びS 1 3 1における処理は、探索平面を回転させてもスライダ3の適切な位置を決定できなかった場合であって、ポジション4を用いて複数の溶接点をワークWの姿勢を変化させながら溶接している場合に対して行なわれる。スライダ3の適切な位置を決定できなかった溶接点(Q_{ng})に対して、その前後の溶接点にてスライダ3の適切な位置を決定できた点(Q_{ok})を探索する。その点(Q_{ok})のポジション4の姿勢に近づくように、 Q_{ng} を含む溶接区間でのポジション4の姿勢を変更する。

【0030】

変更方法として、ポジション4の2つの回転軸の中でより変化している回転軸に対して、 Q_{ok} と一致させる方法を採用可能である。具体的には、変化量があるしきい値以下であればポジション4の回転軸の値を一致させ、あるしきい値以上であるときは、そのしきい値以下の適切な値を設定する。ポジション4の姿勢は、溶接区間に対して変更するので、 Q_{ng} とポジション4の姿勢が変化したその隣の溶接点に対しても、適切なスライダ位置を探索する必要がある。

このS 1 3 1の処理は、図3のポジション姿勢変更部66により行なわれる。

【0031】

S 1 3 2にて、全てのポジション姿勢について、スライダ位置決定処理が済んでいるか否かを判定する。全てのポジション姿勢について処理済であると判定されると(S 1 3 2にてYES)、処理は終了する。もしそうでないと(S 1 3 2にてNO)、処理はS 1 0

10

20

30

40

50

3へ戻される。

要約するならば、以上述べたスライダ位置決定部60における処理は、以下の3通りの手順を通り、その結果、スライダ3の位置、すなわち教示データが決定される。

(i) 探索平面を回転させることなくスライダ3の位置を決定できた場合の動作

溶接線、溶接トーチ21の姿勢、溶接条件、ポジション4の初期位置が設定される(S100~S102)。

【0032】

図5に示すような探索平面が設定され、この探索平面上の格子点が溶接点 Q_i ($i=1\sim 6$)に一致するようにスライダ3の位置が決定される(S103)。この探索平面上に離散的に存在する全ての格子点について、ロボットの逆変換が可能であると(S105にてYES)、評価関数を用いて評価値が算出される(S106)。全ての格子点に対する評価値の中で最高値の評価値が抽出され(S107)、この最高値が十分に高いと(S108にてYES)、この最高値となった格子点が溶接点となるスライダ3の位置が、適切なスライダ3の位置として決定される(S109)。

【0033】

これらの処理は、各溶接点について行なわれる。すなわち、S110にてYESと判定されるまで、S103~S111の処理が繰返し行なわれる。

ここで、S100~S102が初期設定ステップであり、S103~S106が評価値算出ステップであって、S107~S109が決定ステップである。

(ii) スライダ3の適切な位置が決定できなかった場合

上述のように処理しても、ある溶接点において、スライダ3の適切な位置が決定できなかった場合(S105にてNO、又は、S108にてNO)、この溶接点に対して、この溶接点を基準に探索平面を所定の角度($\pm 30^\circ$)の範囲で順次(2° ずつ)回転される(S121)。

【0034】

図6に示すように、探索平面は $\pm 30^\circ$ で 2° ずつ回転させるので、溶接ロボット2の正面に溶接点が配置された初期探索平面位置に対して、30個の探索平面が作成される。この30個の探索平面を順に選択して、全ての探索平面についての処理が終わるまで(S120にてYESと判定されるまで)、各探索平面上の各格子点について評価値が算出され、スライダ3の適切な位置が決定される(S103~S109)。

(iii) 探索平面を回転させてもスライダ3の適切な位置が決定できなかった場合

上述のように探索平面を回転させ全ての探索平面についての処理が終わった際に、ある溶接点において、スライダ3の適切な位置が決定できなかった場合(S120にてYES)、この溶接点に対して、ポジション4の姿勢を変更する(S130)。このようにポジション4の姿勢を変えて、全ての姿勢についての処理を終えるまで(S132にてYESと判定されるまで)、各探索平面上の各格子点について評価値が算出され、スライダ3の適切な位置が決定される(S103~S109)。

【0035】

以上の述べたオフライン教示データの作成方法を用いて、教示データを作成した例を表1、図7及び図8に示す。

【0036】

【表1】

溶接点	Q1		Q2		Q3		Q4		Q5		Q6
スライダS/ポジションP	S1	P1	S2	P2	S3	P3	S4	P4	S5	P5	S6
ポジション初期設定	-	(45,21.8)	-	(45,-38.3)	-	(45,-90)	-	(45,-141.2)	-	(45,-200.9)	-
スライダ探索	NG		OK (650,-3319.726)		OK (510,-2623.866)		OK (478,-1227.899)		NG		NG
ポジション変更 →スライダ探索	OK (694,-3350.683)	変更 (45,0)	OK (650,-3319.726)	(45,-38.3)	OK (510,-2623.866)	(45,-90)	OK (478,-1227.899)	(45,-141.2)	OK (-766,488.733)	変更 (45,-180)	OK (694,-650.782)

【0037】

10

20

30

40

50

第1実施形態に係るオフライン教示データの作成方法を用いることで、溶接点Q2, Q3, Q4に対応するスライダ3の位置が確実に求められるものとなっている。しかしながら、溶接点Q1, Q5, Q6に対応するスライダ3の位置は決定できてはいない。その状態は、例えば図7に示す如きであり、溶接ロボット2がアプローチできる空間が、ポジション4やワークWによって遮られている。

そこで、ポジション4の姿勢を変更し、再度、教示データの作成を行うと、溶接点Q1, Q5に対応するスライダ3の位置が決定される。その状態は図8に示すようであり、溶接ロボット2がアプローチできる空間が確保できていることがわかる。かかる溶接点Q1, Q5のスライダ位置の決定に伴い、溶接点Q6はポジション4姿勢の変更無く、スライダ3の位置が再決定されている。

10

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明の実施形態に係るロボットシステムの全体構成図である。

【図2】ワークの詳細図である。

【図3】スライダ位置を決定する処理を行う制御ブロックを示した図である。

【図4】スライダ位置を決定する処理を示すフローチャートである。

【図5】探索平面と探索平面上の格子点とを示す図である。

【図6】探索平面の回転を示す図である。(第1実施形態)

【図7】溶接点Q1の初期ポジション4姿勢を示す図である。

【図8】溶接点Q1の修正ポジション4姿勢を示す図である。

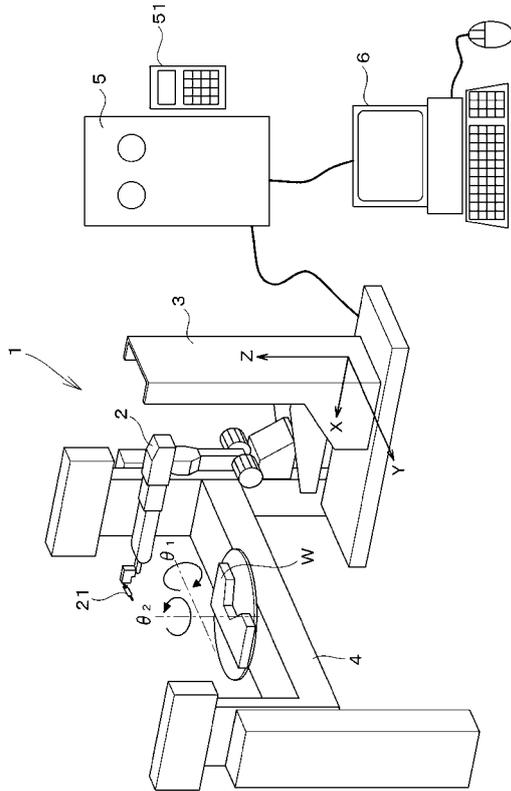
20

【符号の説明】

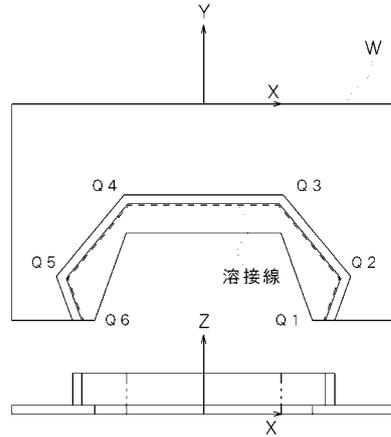
【0041】

- 1 ロボットシステム
- 2 溶接ロボット
- 3 スライダ
- 4 ポジション
- 5 制御装置
- 6 オフライン教示システム(パソコン)

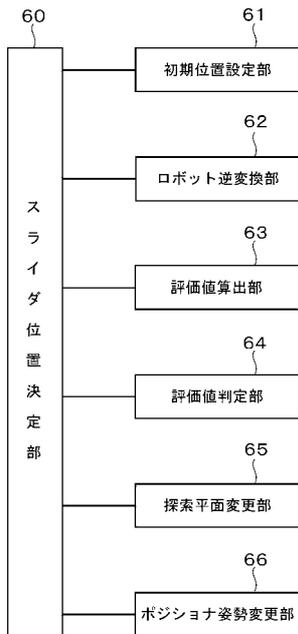
【図1】



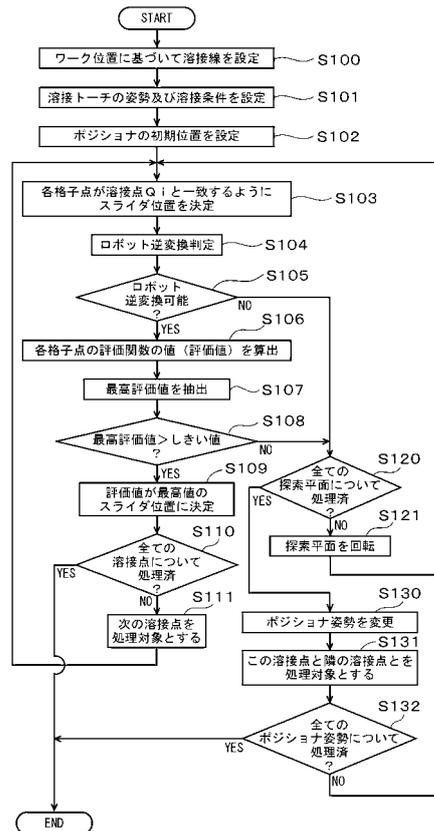
【図2】



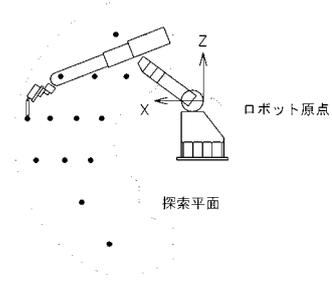
【図3】



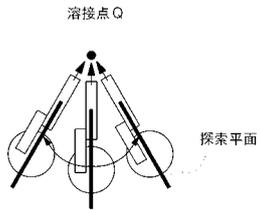
【図4】



【図5】

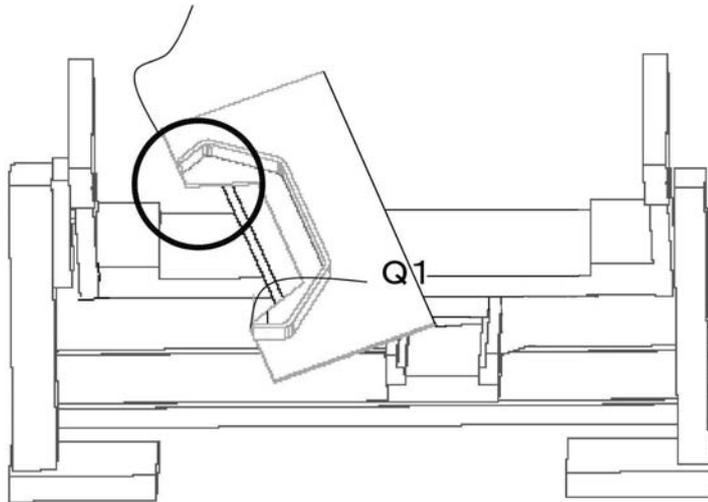


【図6】



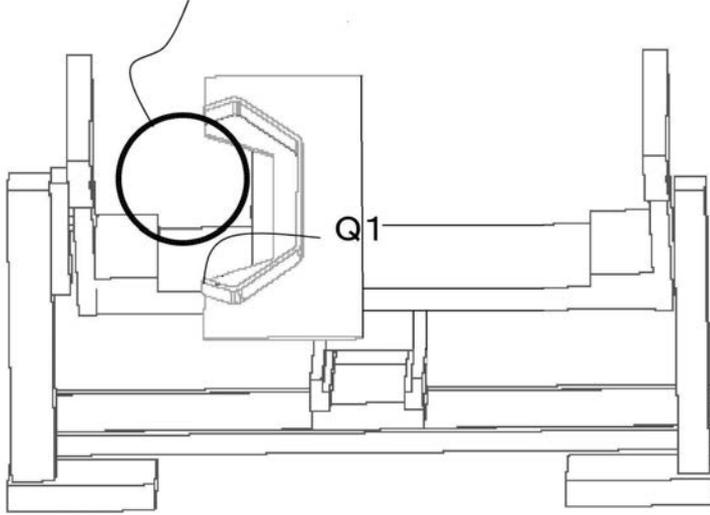
【図7】

ロボットアームの入るスペースが無い



【図8】

ポジション姿勢を変更することで
ロボットアームの入るスペースが出来た



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 2 4 4 4 8 1 (J P , A)
特開平 2 - 1 5 7 9 0 6 (J P , A)
特開平 2 0 0 7 - 3 8 3 6 6 (J P , A)
特開平 7 - 1 0 0 7 5 5 (J P , A)
特開平 7 - 2 2 5 6 1 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B25J 9/22 G05B 19/4093 G05B 19/42