

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5508895号
(P5508895)

(45) 発行日 平成26年6月4日(2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年3月28日(2014.3.28)

(51) Int. Cl. F I
B 2 5 J 13/08 (2006.01) B 2 5 J 13/08 A
B 6 2 D 65/00 (2006.01) B 6 2 D 65/00 Q

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-36203 (P2010-36203)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成22年2月22日 (2010.2.22)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-167831 (P2011-167831A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成23年9月1日 (2011.9.1)	(74) 代理人	100106002
審査請求日	平成24年11月27日 (2012.11.27)		弁理士 正林 真之
		(74) 代理人	100120891
			弁理士 林 一好
		(74) 代理人	100154748
			弁理士 菅沼 和弘
		(72) 発明者	大竹 義人
			栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6-1 ホンダ
			エンジニアリング株式会社内
		(72) 発明者	杉本 智博
			栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6-1 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】 加工システム及び加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

搬送されるワークの加工対象に対して所定の加工を行う加工システムにおいて、
 前記ワークを搬送する搬送手段と、
 前記ワークの前記加工対象までの移動動作と、前記加工対象に対する加工動作とを行う
 加工手段と、

前記加工手段を、前記搬送手段により搬送されている前記ワークと並走するように移動
 させる移動手段と、

前記加工手段に取り付けられて、前記加工対象の位置を検出する加工対象検出手段と、
 前記移動手段に取り付けられて、前記搬送手段の特定位置を検出する搬送検出手段と、
 前記搬送検出手段の検出結果を用いて前記移動手段の移動を制御し、前記加工対象検出
 手段又は前記搬送検出手段の検出結果を用いて前記加工手段の移動動作を制御する制御手
 段と、を備え、

前記制御手段は、所定の条件が満たされた場合、前記加工手段の移動動作の制御に用い
 る情報を、前記加工対象検出手段と前記搬送検出手段とのうちの一方の検出結果から他方
 の検出結果に切り替える切替手段を有する加工システム。

【請求項2】

前記切替手段は、前記加工手段の移動動作の制御に前記加工対象検出手段の検出結果が
 用いられている状態で、前記所定の条件として、前記加工対象検出手段が検出不能であ
 るという条件が満たされた場合、前記加工手段の移動動作の制御に用いる情報を、前記搬送

検出手段の検出結果に切り替える請求項 1 に記載の加工システム。

【請求項 3】

搬送されるワークの加工対象に対して所定の加工を行う加工システムの加工方法において、

前記ワークを搬送する搬送手段と、

前記ワークの前記加工対象までの移動動作と、前記加工対象に対する加工動作とを行う加工手段と、

前記加工手段を、前記搬送手段により搬送されている前記ワークと並走するように移動させる移動手段と、

前記加工手段に取り付けられて、前記加工対象の位置を検出する加工対象検出手段と、

前記移動手段に取り付けられて、前記搬送手段の特定位置を検出する搬送検出手段と、

を備える前記加工システムが、

前記搬送検出手段の検出結果を用いて前記移動手段の移動を制御するステップと、

前記加工対象検出手段又は前記搬送検出手段の検出結果を用いて前記加工手段の移動動作を制御するステップと、

所定の条件が満たされた場合、前記加工手段の移動動作の制御に用いる情報を、前記加工対象検出手段と前記搬送検出手段とのうちの一方の検出結果から他方の検出結果に切り替えるステップと、を含む加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、搬送されるワークを加工する加工システム及び加工方法に関する。詳しくは、加工装置による加工動作の最中やその直前においても、加工装置の位置決め制御の精度を向上させ、ひいては加工装置による加工精度も向上させることが可能な加工システム及び加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、自動車のボディ等をワークとして加工する加工ラインには、ワークを搬送する搬送台車と、ワークに対する加工動作を行う加工装置（ロボット等）と、が設けられている（例えば特許文献 1 参照）。

【0003】

このような加工装置には、多関節マニピュレータ等で構成されるアームと、その先端に取り付けられる加工機と、が設けられている。

加工装置のアームは、移動動作をすることによって、ワーク内の加工対象に加工機の先端を近接させる。すると、加工装置の加工機は、加工対象に対して、ボルト締めや溶接等の加工動作をする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 203106 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、加工機による加工動作の最中にもワークは自動搬送されているため、ワークの揺れ等により、相対的な加工対象の位置ずれが発生する場合がある。従って、加工機による加工動作の最中にも、加工装置のアームの移動動作を継続して、加工対象の位置ずれを補正する必要がある。

ところが、アームを移動させて加工機の先端位置を目標位置に近接させる制御（以下、「位置決め制御」と称する）では、アームの先端又は加工機に取り付けられたカメラ等が視覚センサとして用いられ、当該視覚センサにより検出された加工対象の情報が、フィー

10

20

30

40

50

ドバック情報として用いられている。

このため、加工機による加工動作の最中やその直前においては、視覚センサが加工対象を検出できない場合がある。

このような場合には、有効なフィードバック情報が得られず、位置決め制御の精度が悪化する。位置決め制御の精度の悪化は、加工機の先端の位置と加工対象の位置との誤差が大きくなることを意味するため、加工機による加工精度の悪化も招く。

【 0 0 0 6 】

本発明は、搬送されるワークを加工する加工システム及び加工方法であって、加工装置の加工動作の最中やその直前においても、加工装置の位置決め制御の精度を向上させ、ひいては加工装置の加工精度も向上させることが可能な加工システム及び加工方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の加工システムは、

搬送されるワーク（例えば実施形態におけるワーク 2）の加工対象（例えば実施形態における目標位置 4 1 の加工対象）に対して所定の加工を行う加工システム（例えば実施形態における加工システム 1）において、

前記ワークを搬送する搬送手段（例えば実施形態における搬送台車 1 8）と、

前記ワークの前記加工対象までの移動動作と、前記加工対象に対する加工動作とを行う加工手段（例えば実施形態における加工機 1 2 が取り付けられたロボット 1 1）と、

20

前記加工手段を、前記搬送手段により搬送されている前記ワークと並走するように移動させる移動手段（例えば実施形態におけるロボット移動機構 1 4）と、

前記加工手段に取り付けられて、前記加工対象の位置を検出する加工対象検出手段（例えば実施形態における視覚センサ 1 3）と、

前記移動手段に取り付けられて、前記搬送手段の特定位置を検出する搬送検出手段（例えば実施形態における同期センサ 1 5）と、

前記搬送検出手段の検出結果を用いて前記移動手段の移動を制御し、前記加工対象検出手段又は前記搬送検出手段の検出結果を用いて前記加工手段の移動動作を制御する制御手段（例えば実施形態におけるロボット制御装置 1 7）と、

を備えることを特徴とする。

30

【 0 0 0 8 】

この発明によれば、加工手段に取り付けられて加工対象の位置を検出する加工対象検出手段の検出結果のみならず、移動手段に取り付けられて搬送手段の特定位置を検出する搬送検出手段の検出結果を用いて、加工手段の移動動作の制御（実施形態でいう位置決め制御）を実行することができる。

即ち、例えば加工手段による加工動作の最中やその直前において、加工対象検出手段の検出結果が得られない場合や、得られたとしても精度の悪い検出結果である場合、加工対象検出手段に代えて、搬送検出手段の検出結果を用いて、加工手段の位置決め制御を実行することができる。

これにより、加工手段による加工動作の最中やその直前においても、加工手段の位置決め制御の精度が向上し、ひいては加工手段の加工精度も向上する。

40

【 0 0 0 9 】

この場合、

前記制御手段は、所定の条件が満たされた場合、前記加工手段の移動動作の制御に用いる情報を、前記加工対象検出手段と前記搬送検出手段とのうちの一方の検出結果から他方の検出結果に切り替える切替手段（例えば実施形態におけるフィードバック切替部 6 4）を有する、

ようにすることができる。

【 0 0 1 0 】

さらに、この場合、

50

前記切替手段は、前記加工手段の移動動作の制御に前記加工対象検出手段の検出結果が用いられている状態で、前記所定の条件として、前記加工対象検出手段が検出不能であるという条件が満たされた場合、前記加工手段の移動動作の制御に用いる情報を、前記搬送検出手段の検出結果に切り替える、

ようにすることができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の加工方法は、上述の本発明の加工システムに対応する方法である。従って、上述の本発明の加工システムと同様の各種効果を奏することが可能になる。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、加工手段に取り付けられて加工対象の位置を検出する加工対象検出手段の検出結果のみならず、移動手段に取り付けられて搬送手段の特定位置を検出する搬送検出手段の検出結果を用いて、加工手段の移動動作の制御（実施形態でいう位置決め制御）をすることができる。

即ち、例えば加工手段による加工動作の最中やその直前において、加工対象検出手段の検出結果が得られない場合や、得られたとしても精度の悪い検出結果である場合、加工対象検出手段に代えて、搬送検出手段の検出結果を用いて、加工手段の位置決め制御を実行することができる。

これにより、加工手段による加工動作の最中やその直前においても、加工手段の位置決め制御の精度が向上し、ひいては加工手段の加工精度も向上する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る加工システムの概略外観構成を示す側面図である。

【図 2】図 1 の加工システムのロボット制御装置の機能的構成例を示す機能ブロック図である。

【図 3】図 2 のロボット制御装置のハードウェアの構成例を示すブロック図である。

【図 4】図 2 のロボット制御装置によるロボット移動処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 5】図 4 のロボット移動処理の結果の一例を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係る加工システム 1 の概略外観構成を示す側面図である。

例えば、加工システム 1 は、自動車の生産ラインのうち連続搬送ラインに配設され、連続搬送されている自動車のボディ等をワーク 2 として、ワーク 2 に対して、溶接やボルト締め等の各種加工を行う。

【 0 0 1 5 】

加工システム 1 は、ロボット 1 1 と、加工機 1 2 と、視覚センサ 1 3 と、ロボット移動機構 1 4 と、同期センサ 1 5 と、ロボット駆動装置 1 6 と、ロボット制御装置 1 7 と、搬送台車 1 8 と、を備える。

【 0 0 1 6 】

ロボット 1 1 は、ロボット移動機構 1 4 に取り付けられる基台 2 1（以下、「ロボットベース 2 1」と称する）と、そのロボットベース 2 1 に旋回可能に取り付けられるアーム 2 2 と、を備える。

アーム 2 2 は、多関節マニピュレータとして構成されている。即ち、アーム 2 2 は、関節 3 1 a 乃至 3 1 d と、連結部材 3 2 a 乃至 3 2 e と、各関節 3 1 a 乃至 3 1 d を回転させるサーボモータ（図示せず）と、サーボモータの位置、速度、電流等の各種状態を検出する検出器（図示せず）と、を備える。

各サーボモータによる各関節 3 1 a 乃至 3 1 d の回転動作と、それらの回転動作に連動

10

20

30

40

50

する各連結部材 3 2 a 乃至 3 2 e の移動動作との組み合わせにより、アーム 2 2 の全体の動作、即ちロボット 1 1 の全体の動作が実現される。

【 0 0 1 7 】

加工機 1 2 は、アーム 2 2 の連結部材 3 2 e の先端にエンドエフェクトとして取り付けられ、アーム 2 2 の移動動作に伴い、ワーク 2 の加工対象の存在位置（以下、「目標位置」と称する）、例えば図 1 中の目標位置 4 1 まで先端が移動する。すると、加工機 1 2 は、ロボット制御装置 1 7 の制御に従って、目標位置 4 1 における加工対象に対して、溶接やボルト締め等の各種加工動作を行う。

【 0 0 1 8 】

このように、本実施形態では、アーム 2 2 に加工機 1 2 が取り付けられた状態のロボット 1 1 が、加工装置である。即ち、本実施形態の加工装置は、ロボット 1 1 と、加工機 1 2 と、を備えている。

【 0 0 1 9 】

視覚センサ 1 3 は、カメラ等で構成されており、加工機 1 2 の先端を画角の中心として撮影できるように、アーム 2 2 の連結部材 3 2 e の外周部に固定して取り付けられている。

視覚センサ 1 3 は、加工機 1 2 の先端の方向に対して、画角の範囲内にある被写体を撮影する。以下、視覚センサ 1 3 により撮影された被写体の画像を、「撮影画像」と称する。

後述するロボット制御装置 1 7 は、撮影画像の画像データに対して画像処理を施すことで、視覚センサ 1 3 の位置を原点とする座標系（以下、「カメラ座標系」と称する）における目標位置 4 1 の座標を容易に求めることができる。なお、以下、カメラ座標系における目標位置 4 1 の座標を、「視覚センサ位置」と称する。

【 0 0 2 0 】

ロボット移動機構 1 4 は、後述するロボット制御装置 1 7 の制御の下、ロボットベース 2 1 を、例えばワーク 2 の搬送方向と略平行に（図 1 中白抜き矢印の方向に）、搬送台車 1 8 によるワーク 2 の連続搬送と同期して移動させる。

【 0 0 2 1 】

以下、説明の都合上、搬送台車 1 8 によるワーク 2 の連続搬送の方向を、図 1 の記載にあわせて「T 方向」と称する。T 方向と直角の方向であって、ロボット移動機構 1 4 から搬送台車 1 8 に向かう水平方向を、図 1 の記載にあわせて「B 方向」と称する。T 方向及び B 方向と直角の方向であって、垂直上向き方向を、図 1 の記載にあわせて「H 方向」と称する。

【 0 0 2 2 】

同期センサ 1 5 は、ロボット移動機構 1 4 に固定されており、搬送台車 1 8 の特定位置に設けられたシールや穴を検出対象物 5 1 として、当該検出対象物 5 1 の位置を検出する。

同期センサ 1 5 による検出位置の座標は、特に限定されないが、本実施形態では、ロボット移動機構 1 4 の所定位置を原点とする座標系、例えばロボットベース 2 1 の中心位置を原点とする座標系（以下、「ロボット座標系」と称する）が採用されている。

換言すると、本実施形態では、同期センサ 1 5 は、ロボット移動機構 1 4（ロボットベース 2 1）からみた搬送台車 1 8（検出対象物 5 1）の相対位置の座標（以下、「同期センサ位置」と称する）を検出する。

同期センサ 1 5 により検出された同期センサ位置は、後述するロボット制御装置 1 7 に供給され、ロボット移動機構 1 4 を搬送台車 1 8 と同期して移動させる制御（以下、「搬送台車 1 8 との同期制御」と称する）において、フィードバック情報として用いられる。

さらに、同期センサ位置は、必要に応じて、ロボット 1 1 の位置決め制御のフィードバック情報として用いられる。位置決め制御の詳細については、図 2 以降の図面を参照して後述する。

【 0 0 2 3 】

ロボット駆動装置 16 には、ロボット 11 のアーム 22 に接続された加工機 12 の先端の位置を目標位置 41 まで移動させる指令（以下、「移動指令」と称する）が、後述するロボット制御装置 17 から供給される。そこで、ロボット駆動装置 16 は、移動指令に従って、アーム 22 に内蔵された各検出器の検出値をフィードバック値として用いて、アーム 22 に内蔵された各サーボモータに対するトルク（電流）制御を行う。これにより、アーム 22 の全体の動作、即ちロボット 11 の全体の動作が制御される。

【0024】

ロボット制御装置 17 は、ロボット 11 の位置決め制御及びロボット移動機構 14 の移動の制御を実行する。

ロボット制御装置 17 はまた、加工機 12 に対する加工条件を変更する制御や、加工機 12 の加工動作の制御を実行する。加工条件とは、例えば、加工機 12 が溶接機である場合には溶接に必要な電流等の条件をいう。

【0025】

搬送台車 18 は、ワーク 2 を一定方向に、本実施形態では T 方向に連続搬送させる。

【0026】

次に、図 2 及び図 3 を参照して、ロボット制御装置 17 についてさらに詳しく説明する。

図 2 は、ロボット制御装置 17 の機能的構成例を示す機能ブロック図である。

【0027】

ロボット制御装置 17 は、同期センサ位置取得部 61 と、ロボット移動機構制御部 62 と、視覚センサ位置取得部 63 と、フィードバック切替部 64 と、ロボット位置制御部 65 と、加工制御部 66 と、を備える。

【0028】

同期センサ位置取得部 61 は、同期センサ 15 により検出された同期センサ位置、即ち、ロボット移動機構 14（ロボットベース 21）からみた搬送台車 18（検出対象物 51）の相対位置を取得し、ロボット移動機構制御部 62 とフィードバック切替部 64 とに供給する。

【0029】

ロボット移動機構制御部 62 は、同期センサ位置取得部 61 から供給された同期センサ位置に基づいて、ロボット移動機構 14（ロボットベース 21）に対する、搬送台車 18 との同期制御を実行する。

即ち、ロボット移動機構制御部 62 は、同期センサ位置が一定となるように、ロボット移動機構 14 の T 方向の移動動作を制御する。

【0030】

視覚センサ位置取得部 63 は、視覚センサ 13 から出力された撮影画像の画像データに基づいて、カメラ座標系における加工対象の目標位置 41 の位置の座標、即ち視覚センサ位置を取得し、フィードバック切替部 64 に供給する。

【0031】

フィードバック切替部 64 は、ロボット 11 の位置決め制御のフィードバック情報として入力する位置情報を切り替える。

例えば、フィードバック切替部 64 は、デフォルトとして、視覚センサ位置取得部 63 から視覚センサ位置を入力し、フィードバック情報としてロボット位置制御部 65 に供給する。

その後、所定の切替条件が満たされた場合、例えば加工機 12 による加工動作の直前等において、視覚センサ 13 の撮影画像内に目標位置 41 の加工対象が含まれなくなった場合、フィードバック切替部 64 は、入力を視覚センサ位置取得部 63 側から同期センサ位置取得部 61 側に切り替える。

そして、フィードバック切替部 64 は、同期センサ位置取得部 61 から同期センサ位置を入力し、フィードバック情報としてロボット位置制御部 65 に供給する。

【0032】

10

20

30

40

50

ロボット位置制御部 65 は、フィードバック切替部 64 から供給されたフィードバック情報を用いて、ロボット 11 の位置決め制御を実行する。

即ち、ロボット位置制御部 65 は、フィードバック情報から、加工機 12 の先端の位置と目標位置 41 との偏差を求め、この偏差を無くすように、ロボット 11 (より正確にはアーム 22) の移動動作を制御する。

【0033】

本実施形態では、ワーク 2 によって目標位置 41 が異なるため、デフォルトの場合、即ちフィードバック情報として視覚センサ位置が供給されている場合、ロボット位置制御部 65 は、T 方向、B 方向、及び H 方向の全ての方向のロボット 11 の移動動作を制御する。

10

即ち、ロボット位置制御部 65 は、視覚センサ位置に基づいて、T 方向、B 方向、及び H 方向の全ての方向の偏差を求める。そして、ロボット位置制御部 65 は、当該偏差に基づいて、T 方向、B 方向、及び H 方向の全ての方向の移動指令を生成し、ロボット駆動装置 16 に供給する制御を、ロボット 11 の位置決め制御として実行する。

移動指令が供給されたロボット駆動装置 16 は、上述したように、この移動指令に従って、ロボット 11 を移動させることによって、加工機 12 の先端を目標位置 41 に近接させる。

即ち、本実施形態では、デフォルトのロボット 11 の位置決め制御として、視覚センサ 13 の撮影画像から得られる視覚センサ位置をフィードバック情報として用いる制御(以下、「視覚サーボ制御」と称する)が採用されている。

20

このような視覚サーボ制御の結果、上述の偏差が無くなると、ロボット位置制御部 65 による視覚サーボ制御は停止し、ロボット 11 の移動動作が一旦停止する。

【0034】

すると、加工制御部 66 は、加工機 12 の加工動作を制御する。即ち、加工機 12 は、目標位置 41 における加工対象に対して、ボルト締めや溶接等の加工動作をする。

【0035】

このような加工機 12 の加工動作の最中やその直前においては、視覚センサ 13 の撮影画像には目標位置 41 の加工対象が含まれず、視覚センサ位置を求めることができない場合がある。このような場合には、視覚サーボ制御が実行できなくなるので、フィードバック情報が視覚センサ位置から同期センサ位置に切り替わる。

30

この場合、ロボット 11 からみてワーク 2 が相対的に静止しているならば、視覚サーボ制御の結果として、加工機 12 の先端の位置と目標位置 41 とは略一致している。ロボット移動機構 14 に対する、搬送台車 18 との同期制御は継続しているため、ロボット 11 からみて T 方向についてのワーク 2 の相対的な動きは無いとみなしてよい。しかしながら、搬送台車 18 により搬送されているワーク 2 は、ロボット 11 からみて B 方向又は Y 方向に揺れる場合がある。

そこで、フィードバック情報として同期センサ位置が供給されている場合、ロボット位置制御部 65 は、B 方向及び H 方向のロボット 11 の位置決め制御を実行することによって、B 方向又は Y 方向のワーク 2 の揺れに起因する誤差を補正する。

即ち、ロボット位置制御部 65 は、同期センサ位置に基づいて、B 方向及び H 方向の偏差を求める。そして、ロボット位置制御部 65 は、当該偏差に基づいて、B 方向及び H 方向の移動指令を生成し、ロボット駆動装置 16 に供給する制御を、ロボット 11 の位置決め制御として実行する。

40

移動指令が供給されたロボット駆動装置 16 は、上述したように、この移動指令に従って、ロボット 11 を移動させることによって、加工機 12 の先端を目標位置 41 に近接させる。

【0036】

以上、ロボット制御装置 17 の機能的構成例について説明した。次に、このような機能的構成を有するロボット制御装置 17 のハードウェア構成例について説明する。

図 3 は、ロボット制御装置 17 のハードウェアの構成例を示すブロック図である。

50

【0037】

ロボット制御装置17は、CPU(Central Processing Unit)101と、ROM(Read Only Memory)102と、RAM(Random Access Memory)103と、バス104と、入出力インターフェース105と、入力部106と、出力部107と、記憶部108と、通信部109と、ドライブ110と、を備えている。

【0038】

CPU101は、ROM102に記録されているプログラムに従って各種の処理を実行する。又は、CPU101は、記憶部108からRAM103にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM103にはまた、CPU101が各種の処理を実行する上において必要なデータ等も適宜記憶される。

10

【0039】

例えば本実施形態では、上述した図2の同期センサ位置取得部61乃至加工制御部66の各機能を実行するプログラムが、ROM102や記憶部108に記憶されている。従って、CPU101が、このプログラムに従った処理を実行することで、同期センサ位置取得部61乃至加工制御部66の各機能を実現することができる。なお、このようなプログラムに従った処理の一例については、図4のフローチャートを参照して後述する。

【0040】

CPU101と、ROM102と、RAM103とは、バス104を介して相互に接続されている。このバス104にはまた、入出力インターフェース105も接続されている。

20

【0041】

入出力インターフェース105には、キーボード等で構成される入力部106と、表示デバイスやスピーカ等で構成される出力部107と、ハードディスク等より構成される記憶部108と、通信部109と、が接続されている。

通信部109は、視覚センサ13との間で行う通信と、ロボット移動機構14との間で行う通信と、同期センサ15との間で行う通信と、ロボット駆動装置16との間で行う通信と、インターネットを含むネットワークを介して他の装置(図示せず)との間で行う通信と、をそれぞれ制御する。なお、これらの通信は、図1の例では有線通信とされているが、無線通信であってもよい。

30

【0042】

入出力インターフェース105にはまた、必要に応じてドライブ110が接続され、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリ等よりなるリムーバブルメディア111が適宜装着される。そして、それらから読み出されたプログラムが、必要に応じて記憶部108にインストールされる。

【0043】

図4は、このような構成を有するロボット制御装置17により実行される、ロボット移動機構14(ロボットベース21)の移動の制御及びロボット11(アーム22)の位置決め制御を実現する処理(以下、「ロボット移動処理」と称する)の流れの一例を示すフローチャートである。

40

【0044】

図5は、ロボット移動処理の結果の一例を示すタイミングチャートである。

詳細には、図5において、上から順に、搬送台車18の動作期間、ロボット移動機構14の動作期間、ロボット移動機構14の移動の制御に同期センサ15の同期センサ位置が用いられる期間、加工機12が取り付けられたロボット11の動作期間、ロボット11の位置決め制御に同期センサ15の同期センサ位置が用いられる期間、及び、ロボット11の位置決め制御に視覚センサ13の視覚センサ位置が用いられる期間のそれぞれを示すタイミングチャートが図示されている。

【0045】

図4及び図5の説明では、ロボット制御装置17が担当する処理の動作主体は、図3の

50

C P U 1 0 1 であるとする。

【 0 0 4 6 】

搬送台車 1 8 によるワーク 2 の自動搬送が開始し、搬送台車 1 8 に設けられた検出対象物 5 1 の位置が、デフォルト位置に存在するロボット移動機構 1 4 に固定された同期センサ 1 5 により検出されるようになり、その結果、同期センサ 1 5 から同期センサ位置の出力が開始すると、ロボット移動処理が開始する。

例えば図 5 の例では、時刻 t_1 にロボット移動処理が開始する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 において、C P U 1 0 1 は、ロボット移動機構 1 4 による搬送台車 1 8 の追跡を制御する。

即ち、C P U 1 0 1 は、同期センサ位置が予め設定された規定位置となるように、ロボット移動機構 1 4 の T 方向の移動動作の制御を実行する。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 2 において、C P U 1 0 1 は、追跡完了したか否かを判定する。

ステップ S 2 の判定手法は、特に限定されないが、本実施形態では、同期センサ位置が規定位置を維持するようになったとき、追跡が完了したと判定する手法が採用されている。

【 0 0 4 9 】

従って、同期センサ位置が規定位置とは異なる場合、又は同期センサ位置が規定位置になっても直ぐに別の位置に変化して安定しない場合、ステップ S 2 において N O であると判定されて、処理はステップ S 1 に戻され、それ以降の処理が繰り返される。

即ち、ステップ S 1 , S 2 N O のループ処理が繰り返されることで、C P U 1 0 1 の制御の下、ロボット移動機構 1 4 による搬送台車 1 8 の追跡が行われる。

【 0 0 5 0 】

その後、同期センサ位置が規定位置を維持するようになったとき、例えば図 5 の例では時刻 t_2 になったとき、追跡が完了したとして、ステップ S 2 において Y E S であると判定されて、処理はステップ S 3 に進む。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 3 において、C P U 1 0 1 は、ロボット移動機構 1 4 に対する、搬送台車 1 8 との同期制御を開始する。

即ち、C P U 1 0 1 は、同期センサ位置が規定位置を維持するように、ロボット移動機構 1 4 の T 方向の移動動作の制御を開始する。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 4 において、C P U 1 0 1 は、ロボット 1 1 の位置決め制御に用いるフィードバック情報として、視覚センサ位置を設定する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 5 において、C P U 1 0 1 は、ロボット 1 1 の位置決め制御を実行する。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 6 において、C P U 1 0 1 は、切替条件を満たすか否かを判定する。

切替条件は特に限定されないが、本実施形態では、視覚センサ位置から同期センサ位置への切替条件として、上述の如く、視覚センサ 1 3 の撮影画像に目標位置 4 1 の加工対象が含まれなくなったこと、即ち視覚センサ位置を求めることができなくなったこと、という条件が採用されている。

従って、視覚センサ 1 3 の撮影画像に目標位置 4 1 の加工対象が含まれており、視覚センサ位置を求めることができる間は、ステップ S 6 において N O であると判定されて、処理はステップ S 7 に進む。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 7 において、C P U 1 0 1 は、ロボット 1 1 の位置決め制御を終了したか否かを判定する。

ステップ S 7 の判定条件は特に限定されないが、本実施形態では、ワーク 2 の加工対象

10

20

30

40

50

に対する加工機 1 2 の加工動作が終了して、加工機 1 2 の先端の位置がデフォルトの位置に戻ったとき、ロボット 1 1 の位置決め制御も終了したと判定される。

従って、加工機 1 2 の加工動作が開始する前又は加工動作が継続中の場合には、ステップ S 7 において N O であると判定されて、処理はステップ S 5 に戻り、それ以降の処理が繰り返される。

即ち、加工機 1 2 の加工動作が開始する前であって、視覚センサ 1 3 の撮影画像に目標位置 4 1 の加工対象が含まれており、視覚センサ位置を求めることができる間は、ステップ S 5 , S 6 N O , S 7 N O のループ処理が繰り返されて、ロボット 1 1 の位置決め制御として、T 方向、B 方向、及び H 方向の全方向についての視覚センサ位置を用いた視覚サーボ制御が実行される。

10

例えば図 5 の例では、ロボット 1 1 についてのタイミングチャートのうち、「移動」と記述されている時刻 t_2 乃至 t_3 の期間において、ロボット 1 1 の位置決め制御として、T 方向、B 方向、及び H 方向の全方向についての視覚センサ位置を用いた視覚サーボ制御が実行される。

このような視覚サーボ制御の結果、上述の偏差が無くなると、視覚サーボ制御は停止し、ロボット 1 1 の移動動作が一旦停止する。

【 0 0 5 6 】

すると、CPU 1 0 1 は、加工機 1 2 の加工動作を制御する。即ち、加工機 1 2 は、目標位置 4 1 における加工対象に対して、ボルト締めや溶接等の加工動作をする。

例えば図 5 の例では、ロボット 1 1 についてのタイミングチャートのうち、「加工」と記述されている時刻 t_3 乃至 t_4 の期間において、加工機 1 2 の加工動作が行われる。

20

【 0 0 5 7 】

従って、図 5 の例では時刻 t_3 になると、視覚センサ 1 3 の撮影画像には目標位置 4 1 の加工対象が含まれず、視覚センサ位置を求めることができなくなる。即ち、時刻 t_3 に切替条件が満たされ、ステップ S 6 において Y E S であると判定されて、処理はステップ S 8 に進む。

ステップ S 8 において、CPU 1 0 1 は、フィードバック情報を、視覚センサ位置から同期センサ位置に切り替える。

そして、処理はステップ S 5 に戻され、それ以降の処理が繰り返される。

【 0 0 5 8 】

30

ここで、本実施形態では、ステップ S 6 の切替条件のうち、同期センサ位置から視覚センサ位置への切替条件として、視覚センサ 1 3 の撮影画像に目標位置 4 1 の加工対象が含まれるようになったこと、即ち視覚センサ位置を求めることができるようになったこと、という条件が採用されている。

従って、視覚センサ 1 3 の撮影画像に目標位置 4 1 の加工対象が含まれておらず、視覚センサ位置を求めることができない間は、ステップ S 5 , S 6 N O , S 7 N O のループ処理が繰り返されて、B 方向及び H 方向についての同期センサ位置を用いたロボット 1 1 の位置決め制御が実行される。

【 0 0 5 9 】

例えば図 5 の例では、時刻 t_3 乃至時刻 t_4 までの加工動作の最中においては、ワーク 2 の B 方向又は H 方向の揺れ分を補正するために、B 方向及び H 方向についての同期センサ位置を用いたロボット 1 1 の位置決め制御が実行される。

40

ここで、図 5 の例では、ワーク 2 には 2 つの加工対象が存在するものとされている。このため、時刻 t_4 において、1 つ目の加工対象に対する加工機 1 2 の加工動作が終了すると、ロボット 1 1 についてのタイミングチャートのうち、「移動」と記述されている時刻 t_4 乃至 t_6 の期間において、ロボット 1 1 は、加工機 1 2 の先端を 2 つ目の加工対象の目標位置 4 1 に近接させるように、移動動作をする。

ただし、時刻 t_5 までの間は、加工機 1 2 の先端の位置は、2 つ目の加工対象の目標位置 4 1 から大きくずれているため、視覚センサ 1 3 の撮影画像には 2 つ目の加工対象は含まれておらず、視覚センサ位置を求めることができない。

50

従って、時刻 t_5 までの間は、ステップ S_5 , S_6NO , S_7NO のループ処理が繰り返されて、 B 方向及び H 方向についての同期センサ位置を用いたロボット 11 の位置決め制御が実行される。

【 0060 】

その後、時刻 t_5 になると、加工機 12 の先端の位置は、2 つ目の加工対象の目標位置 41 にある程度近づき、視覚センサ 13 の撮影画像には 2 つ目の加工対象が含まれるようになり、視覚センサ位置を求めることができるようになる。即ち、時刻 t_5 に切替条件が満たされ、ステップ S_6 において YES であると判定されて、処理はステップ S_8 に進む。

ステップ S_8 において、 $CPU101$ は、フィードバック情報を、同期センサ位置から視覚センサ位置に再度切り替える。

10

そして、処理はステップ S_5 に戻され、それ以降の処理が繰り返される。即ち、ステップ S_5 , S_6NO , S_7NO のループ処理が繰り返されて、ロボット 11 の位置決め制御として、 T 方向、 B 方向、及び H 方向の全方向についての視覚センサ位置を用いた視覚サーボ制御が実行される。

このような視覚サーボ制御の結果、図 5 の例では時刻 t_6 に、上述の偏差が無くなり、視覚サーボ制御は停止し、ロボット 11 の移動動作が一旦停止する。

【 0061 】

すると、 $CPU101$ は、2 つ目の加工対象に対する加工機 12 の加工動作を制御する。例えば図 5 の例では、ロボット 11 についてのタイミングチャートのうち、「加工」と記述されている時刻 t_6 乃至 t_7 の期間において、加工機 12 の加工動作が行われる。

20

【 0062 】

従って、図 5 の例では時刻 t_6 になると、視覚センサ 13 の撮影画像には目標位置 41 の加工対象が含まれず、視覚センサ位置を求めることができなくなる。即ち、時刻 t_6 に切替条件が満たされ、ステップ S_6 において YES であると判定されて、処理はステップ S_8 に進む。

ステップ S_8 において、 $CPU101$ は、フィードバック情報を、視覚センサ位置から同期センサ位置に切り替える。

そして、処理はステップ S_5 に戻され、それ以降の処理が繰り返される。即ち、時刻 t_6 乃至時刻 t_7 までの加工動作の最中においては、ワーク 2 の B 方向又は H 方向の揺れ分を補正するために、 B 方向及び H 方向についての同期センサ位置を用いたロボット 11 の位置決め制御が実行される。

30

上述したように、図 5 の例では、ワーク 2 には 2 つの加工対象が存在するものとされている。このため、時刻 t_7 において、2 つ目の加工対象に対する加工機 12 の加工動作が終了すると、ワーク 2 全体に対する加工動作も終了することになる。

そこで、ロボット 11 についてのタイミングチャートのうち、「移動」と記述されている時刻 t_7 乃至 t_8 の期間において、ロボット 11 は、加工機 12 の先端をデフォルトの位置に戻すように、移動動作をする。

従って、時刻 t_8 までの間は、当然ながら、視覚センサ 13 の撮影画像には加工対象は含まれておらず、視覚センサ位置を求めることができない。このため、時刻 t_8 までの間も、ステップ S_5 , S_6NO , S_7NO のループ処理が繰り返されて、 B 方向及び H 方向についての同期センサ位置を用いたロボット 11 の位置決め制御が実行される。

40

【 0063 】

時刻 t_8 に、加工機 12 の先端がデフォルトの位置に戻ると、ロボット 11 の位置決め制御は終了する。従って、ステップ S_7 において YES であると判定されて、処理はステップ S_9 に進む。

ステップ S_9 において、 $CPU101$ は、ロボット移動機構 14 に対する、搬送台車 18 との同期制御を終了させる。

ステップ S_{10} において、 $CPU101$ は、ロボット移動機構 14 をデフォルト位置に移動させる制御を実行する。

50

これにより、ロボット移動処理は終了となる。

【0064】

本実施形態によれば、以下のような効果がある。

ロボット制御装置17は、視覚センサ13の検出結果のみならず、同期センサ15の検出結果も用いて、ロボット11の位置決め制御を実行することができる。

即ち、例えば加工機12による加工動作の最中やその直前において、視覚センサ13の検出結果が得られない場合や、得られたとしても精度の悪い検出結果である場合、ロボット制御装置17は、視覚センサ13に代えて、同期センサ15の検出結果を用いて、ロボット11の位置決め制御を実行することができる。

これにより、加工機12による加工動作の最中やその直前においても、ロボット11の位置決め制御の精度が向上し、ひいては加工機12の加工精度も向上する。

10

【0065】

なお、本発明は本実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

【0066】

例えば、ロボット11の位置決め制御として、本実施形態では、視覚センサ13の撮影画像から得られる視覚センサ位置が、フィードバック情報として用いられた。しかしながら、フィードバック情報は、本実施形態に特に限定されず、任意の検出手法で検出された加工対象の目標位置41の位置を採用することができる。換言すると、目標位置41の位置を検出するセンサは、本実施形態の視覚センサ13に特に限定されず、任意の検出センサを採用することができる。

20

【0067】

同様に、ロボット11の位置決め制御として、本実施形態では、同期センサ15の同期センサ位置が、フィードバック情報として用いられた。しかしながら、フィードバック情報は、本実施形態に特に限定されず、任意の検出手法で検出された搬送台車18の特定位置を採用することができる。換言すると、搬送台車18の特定位置を検出するセンサは、本実施形態の同期センサ15に特に限定されず、任意の検出センサを採用することができる。

【0068】

また例えば、本実施形態では、図2の同期センサ位置取得部61乃至加工制御部66をソフトウェアとハードウェア(CPU101を含む関連部分)の組み合わせにより構成するものとして説明したが、かかる構成は当然ながら例示であり、本発明はこれに限定されない。例えば、同期センサ位置取得部61乃至加工制御部66の少なくとも一部を、専用のハードウェアで構成してもよし、ソフトウェアで構成してもよい。

30

【0069】

このように、本発明に係る一連の処理は、ソフトウェアにより実行させることも、ハードウェアにより実行させることもできる。

【0070】

一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムを、コンピュータ等にネットワークを介して、或いは、記録媒体からインストールすることができる。コンピュータは、専用のハードウェアを組み込んだコンピュータであってもよいし、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータであってもよい。

40

【0071】

本発明に係る一連の処理を実行するための各種プログラムを含む記録媒体は、情報処理装置(例えば本実施形態ではロボット制御装置17)本体とは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布されるリムーバブルメディアでもよく、或いは、情報処理装置本体に予め組み込まれた記録媒体等でもよい。リムーバブルメディアは、例えば、磁気ディスク(フロッピディスクを含む)、光ディスク、又は光磁気ディスク等により構成される。光ディスクは、例えば、CD-ROM(Compact Disk-Read Only

50

Memory), DVD (Digital Versatile Disk) 等により構成される。光磁気ディスクは、MD (Mini-Disk) 等により構成される。また、装置本体に予め組み込まれた記録媒体としては、例えば、プログラムが記録されている、図3のROM 102や、図3の記憶部108に含まれるハードディスク等でもよい。

【0072】

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、その順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的或いは個別に実行される処理をも含むものである。

【0073】

また、本明細書において、システムとは、複数の装置や処理部により構成される装置全体を表すものである。

10

【符号の説明】

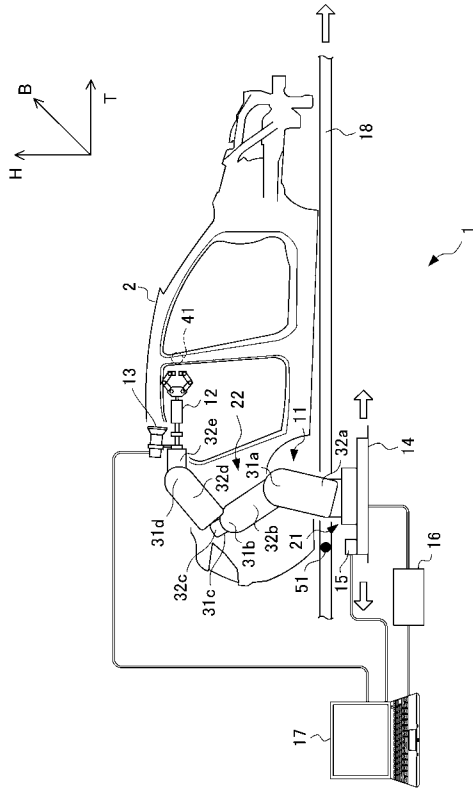
【0074】

- 1 加工システム
- 2 ワーク
- 11 ロボット
- 12 加工機
- 13 視覚センサ
- 14 ロボット移動機構
- 15 同期センサ
- 16 ロボット駆動装置
- 17 ロボット制御装置
- 18 搬送台車
- 21 ロボットベース
- 22 アーム
- 41 目標位置
- 61 同期センサ位置取得部
- 62 ロボット移動機構制御部
- 63 視覚センサ位置取得部
- 64 フィードバック切替部
- 65 ロボット位置制御部
- 66 加工制御部

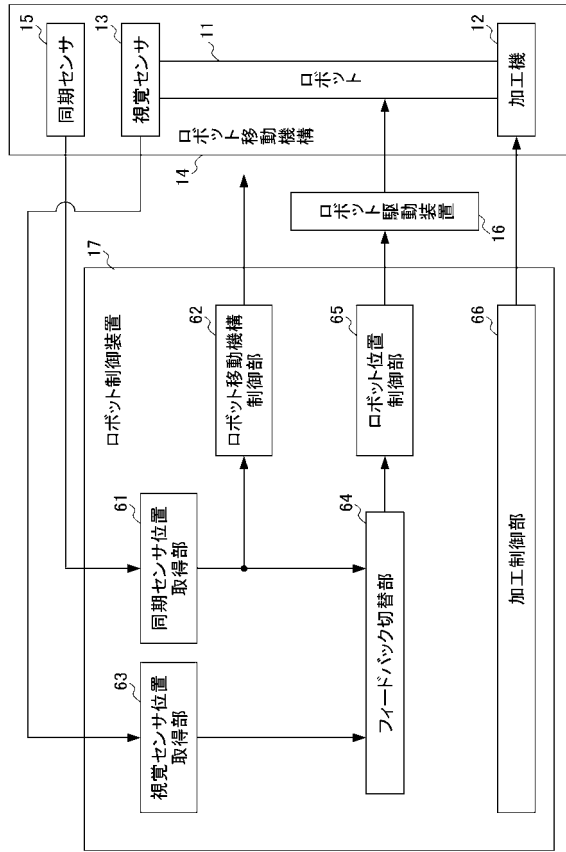
20

30

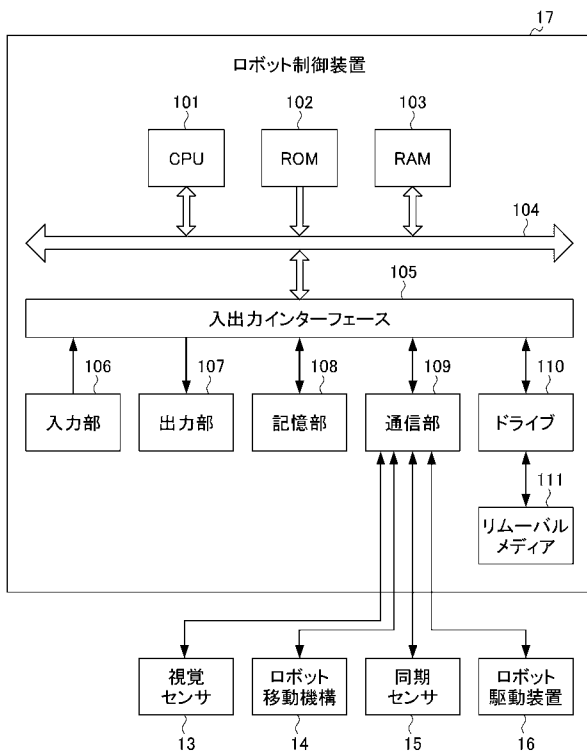
【図1】



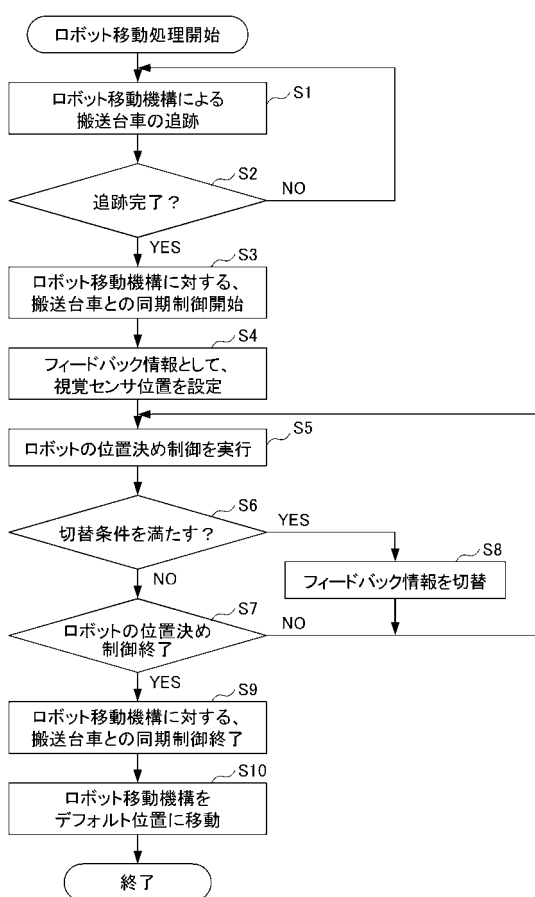
【図2】



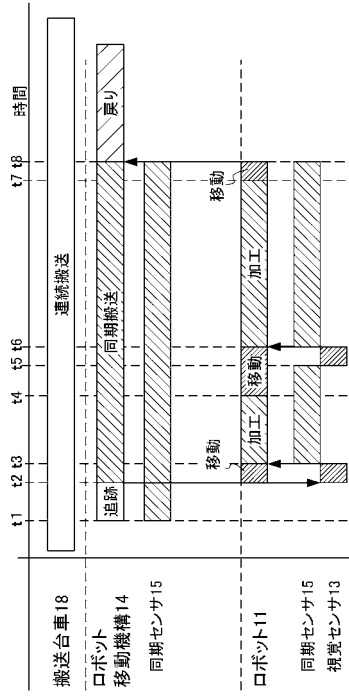
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤井 玄德
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 渡邊 紳一郎
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 中村 剛
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 中島 陵
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 蒲池 英有
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

審査官 佐藤 彰洋

(56)参考文献 特開2010 - 018088 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02
B23P 21/00
B62D 65/00 - 65/18