

(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2017-16228

(P2017-16228A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 0 5 B 19/4155 (2006.01) G O 5 B 19/4155 T 3 C 2 6 9
B 2 5 J 19/06 (2006.01) B 2 5 J 19/06 3 C 7 0 7

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-129514 (P2015-129514)	(71) 出願人	390008235
(22) 出願日	平成27年6月29日 (2015. 6. 29)		ファナック株式会社
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8
			〇番地
		(74) 代理人	110001151
			あいわ特許業務法人
		(72) 発明者	中嶋 政利
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8
			〇番地 ファナック株式会社内
		(72) 発明者	一之瀬 雅一
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8
			〇番地 ファナック株式会社内
		F ターム (参考)	3C269 AB01 AB33 BB14 EF25 KK04
			MN16 QB03 QB17
			3C707 AS05 MS08

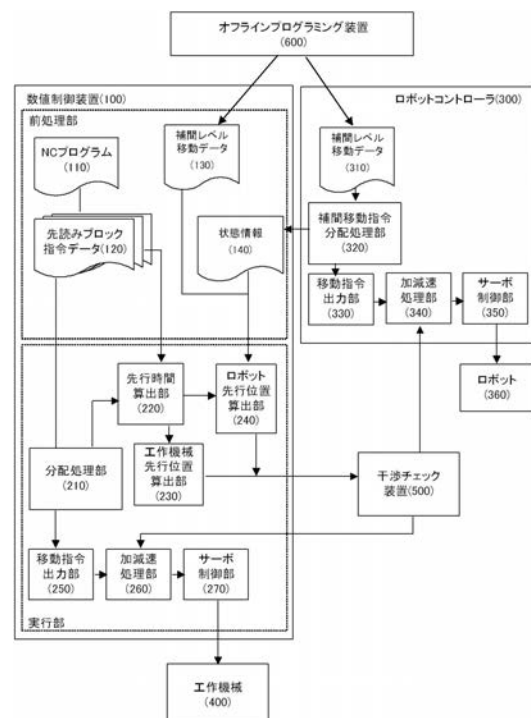
(54) 【発明の名称】 工作機械とロボット間の干渉チェックシステム

(57) 【要約】

【課題】 工作機械側の先行時間とロボットの先行時間の同期性を確保した干渉チェック機能を備えた数値制御装置を提供すること。

【解決手段】 本発明の干渉チェックシステムは、数値制御装置とロボットコントローラとの間で、ロボットの補間周期毎の位置情報をインデックスと関連付けて記録した補間レベル移動データを共有し、数値制御装置が、NCプログラムから先読みブロック指令データを読み出す先読み手段と、次に干渉チェックを行う先行時間を算出する先行時間算出部と、干渉チェックの基準となる時間から前記先行時間後における機械が備える軸の先行位置である機械先行位置を算出する機械先行位置算出部と、補間レベル移動データに基づいて、干渉チェックの基準となる時間から前記先行時間後における前記ロボットの先行位置であるロボット先行位置を算出するロボット先行位置算出部とを備えることを特徴とする。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

NCプログラムからの指令に基づいて機械が備える軸を駆動制御する数値制御装置と、
教示プログラムからの指令に基づいてロボットを制御するロボットコントローラと、前記
機械と前記ロボットとの干渉をチェックする干渉チェック装置と、を備えたシステムにお
いて、

前記数値制御装置と前記ロボットコントローラとは、前記ロボットの補間周期毎の位置情
報をインデックスと関連付けて記録した補間レベル移動データを共有しており、

前記数値制御装置は、

前記NCプログラムから先読みブロック指令データを読み出す先読み手段と、

次の先行位置を算出するための先行時間を算出する先行時間算出部と、

前記干渉チェックの基準となる時間から前記先行時間後における前記機械が備える軸の先
行位置である機械先行位置を算出する機械先行位置算出部と、

前記補間レベル移動データに基づいて、前記干渉チェックの基準となる時間から前記先行
時間後における前記ロボットの先行位置であるロボット先行位置を算出するロボット先行
位置算出部と、

を備え、

前記干渉チェック装置は、前記機械先行位置と前記ロボット先行位置とに基づいて前記機
械と前記ロボットとの干渉チェックを行う、

ことを特徴とする干渉チェックシステム。

【請求項 2】

前記数値制御装置は、前記NCプログラムに含まれるロボット移動指令に基づいて、前
記ロボットに対して移動開始を指令するロボット移動指令手段を備え、

前記ロボット先行位置算出部は、前記ロボット移動指令手段による前記ロボットへの移動
開始指令時刻と、前記補間レベル移動データと、前記先行時間とに基づいて前記ロボット
先行位置を算出する、

ことを特徴する請求項 1 に記載の干渉チェックシステム。

【請求項 3】

前記数値制御装置は、前記ロボットコントローラから取得または通知された、前記ロボ
ットの現在位置を示すインデックスと、前記ロボットの移動状態を含む前記ロボットの状
態情報を記憶し、

前記ロボット先行位置算出部は、前記状態情報と、前記補間レベル移動データと、前記先
行時間とに基づいて前記ロボット先行位置を算出する、

ことを特徴する請求項 1 または 2 に記載の干渉チェックシステム。

【請求項 4】

NCプログラムからの指令に基づいて機械が備える軸を駆動制御する数値制御装置と、
教示プログラムからの指令に基づいてロボットを制御するロボットコントローラと、前記
機械と前記ロボットとの干渉をチェックする干渉チェック装置と、を備えたシステムにお
いて、

前記数値制御装置と前記ロボットコントローラとは、前記機械の補間周期毎の位置情報を
インデックスと関連付けて記録した補間レベル移動データを共有しており、

前記ロボットコントローラは、

前記教示プログラムから先読みブロック指令データを読み出す先読み手段と、

次の先行位置を算出するための先行時間を算出する先行時間算出部と、

前記干渉チェックの基準となる時間から前記先行時間後における前記ロボットが備える軸
の先行位置であるロボット先行位置を算出するロボット先行位置算出部と、

前記補間レベル移動データに基づいて、前記干渉チェックの基準となる時間から前記先行
時間後における前記機械の先行位置である機械先行位置を算出する機械先行位置算出部と

、

を備え、

前記干渉チェック装置は、前記ロボット先行位置と前記機械先行位置とに基づいて前記ロボットと前記機械との干渉チェックを行う、
ことを特徴とする干渉チェックシステム。

【請求項 5】

前記ロボットコントローラは、前記数値制御装置から取得または通知された、前記機械の現在位置を示すインデックスを含む前記機械の状態情報を記憶し、
前記機械先行位置算出部は、前記状態情報と、前記補間レベル移動データと、前記先行時間とに基づいて前記機械先行位置を算出する、
ことを特徴する請求項 4 に記載の干渉チェックシステム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、工作機械とロボット間の干渉チェックシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械とロボットを融合させ、加工物の着脱などにロボットを使用する機械が増加している。ロボットは、加工物の着脱時に工作機械内部に侵入するため、工作機械とロボット間の干渉チェックを行いたいという要望がある。

【0003】

工作機械では、特許文献 1 および 2 に記載された技術を用いて数値制御装置が先行位置を出力し、その情報を元に干渉チェックを行うことで、干渉前に機械を停止させることが可能である。またロボット同士では、特許文献 3 に記載された技術によりロボットの教示プログラムを先読みすることで、干渉チェックを行う技術がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 4 2 2 1 0 1 6 号公報

【特許文献 2】特許第 5 3 3 9 9 9 9 号公報

【特許文献 3】特許第 3 9 0 7 6 4 9 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

これら従来技術を用いて工作機械とロボットの干渉チェックを行うためには、工作機械を制御する数値制御装置で先行位置を出力するための特許文献 1 および 2 の技術を使用すると同時に、ロボット側で先行位置を出力し、数値制御装置とロボットコントローラそれぞれから出力された先行位置に基づいて干渉チェックを行う必要がある。

【0006】

しかしながら、工作機械を 1 台のロボットと仮定して特許文献 3 の技術を適用した場合、ロボット側では工作機械を制御する数値制御装置から教示プログラム相当の情報として NC プログラムを取得できるものの、工作機械を制御する NC プログラムは、数値制御装置上で行われる補間の種類、先読みバッファ内の先読み状態や先読みを抑制する指令など、により先行位置を算出するための先行時間が動的に変動するため、工作機械の先行時間に合わせたロボットの先行位置を算出することが困難であるという問題が発生し、干渉チェックを行うことができない。

40

また、逆に工作機械を制御する数値制御装置側で、ロボットの教示プログラムを取得したとしても、やはり補間の種類、先読みバッファ内の先読み状態や先読みを抑制する指令など、により先行位置を算出するための先行時間が動的に変動するため、ロボットの先行時間に合わせた工作機械の先行位置を算出することは困難である。

【0007】

そこで本発明の目的は、工作機械側の先行時間とロボットの先行時間の同期性を確保し

50

た干渉チェック機能を備えた数値制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明では、オフラインプログラミング装置などを使用してあらかじめロボット側、または工作機械側のプログラムを解析し、その移動情報をインデックス付きの補間レベル移動データとして作成した上で、当該補間レベル移動データを数値制御装置とロボットコントローラとの間で共有して、ロボットコントローラの移動開始指令を数値制御装置側で、または数値制御装置側の移動開始指令をロボットコントローラ側で行うようにすることにより上記問題を解決する。

【0009】

そして、本願の請求項1に係る発明は、NCプログラムからの指令に基づいて機械が備える軸を駆動制御する数値制御装置と、教示プログラムからの指令に基づいてロボットを制御するロボットコントローラと、前記機械と前記ロボットとの干渉をチェックする干渉チェック装置と、を備えたシステムにおいて、前記数値制御装置と前記ロボットコントローラとは、前記ロボットの補間周期毎の位置情報をインデックスと関連付けて記録した補間レベル移動データを共有しており、前記数値制御装置は、前記NCプログラムから先読みブロック指令データを読み出す先読み手段と、次の先行位置を算出するための先行時間を算出する先行時間算出部と、前記干渉チェックの基準となる時間から前記先行時間後における前記機械が備える軸の先行位置である機械先行位置を算出する機械先行位置算出部と、前記補間レベル移動データに基づいて、前記干渉チェックの基準となる時間から前記先行時間後における前記ロボットの先行位置であるロボット先行位置を算出するロボット先行位置算出部と、を備え、前記干渉チェック装置は、前記機械先行位置と前記ロボット先行位置とに基づいて前記機械と前記ロボットとの干渉チェックを行う、ことを特徴とする干渉チェックシステムである。

【0010】

本願の請求項2に係る発明は、前記数値制御装置は、前記NCプログラムに含まれるロボット移動指令に基づいて、前記ロボットに対して移動開始を指令するロボット移動指令手段を備え、前記ロボット先行位置算出部は、前記ロボット移動指令手段による前記ロボットへの移動開始指令時刻と、前記補間レベル移動データと、前記先行時間とに基づいて前記ロボット先行位置を算出する、ことを特徴する請求項1に記載の干渉チェックシステムである。

【0011】

本願の請求項3に係る発明は、前記数値制御装置は、前記ロボットコントローラから取得または通知された、前記ロボットの現在位置を示すインデックスと、前記ロボットの移動状態を含む前記ロボットの状態情報を記憶し、前記ロボット先行位置算出部は、前記状態情報と、前記補間レベル移動データと、前記先行時間とに基づいて前記ロボット先行位置を算出する、ことを特徴する請求項1または2に記載の干渉チェックシステムである。

【0012】

本願の請求項4に係る発明は、NCプログラムからの指令に基づいて機械が備える軸を駆動制御する数値制御装置と、教示プログラムからの指令に基づいてロボットを制御するロボットコントローラと、前記機械と前記ロボットとの干渉をチェックする干渉チェック装置と、を備えたシステムにおいて、前記数値制御装置と前記ロボットコントローラとは、前記機械の補間周期毎の位置情報をインデックスと関連付けて記録した補間レベル移動データを共有しており、前記ロボットコントローラは、前記教示プログラムから先読みブロック指令データを読み出す先読み手段と、次の先行位置を算出するための先行時間を算出する先行時間算出部と、前記干渉チェックの基準となる時間から前記先行時間後における前記ロボットが備える軸の先行位置であるロボット先行位置を算出するロボット先行位置算出部と、前記補間レベル移動データに基づいて、前記干渉チェックの基準となる時間から前記先行時間後における前記機械の先行位置である機械先行位置を算出する機械先行位置算出部と、を備え、前記干渉チェック装置は、前記ロボット先行位置と前記機械先行

位置とに基づいて前記ロボットと前記機械との干渉チェックを行う、ことを特徴とする干渉チェックシステムである。

【0013】

本願の請求項5に係る発明は、前記ロボットコントローラは、前記数値制御装置から取得または通知された、前記機械の現在位置を示すインデックスを含む前記機械の状態情報を記憶し、前記機械先行位置算出部は、前記状態情報と、前記補間レベル移動データと、前記先行時間とに基づいて前記機械先行位置を算出する、ことを特徴する請求項4に記載の干渉チェックシステムである。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、数値制御装置またはロボットコントローラにおいて、補間の種類、先読みバッファ内の先読み状態や先読みを抑制する指令ごとに先行位置を算出するための先行時間が動的に変動するような状況であっても、変動した先行時間で相手側の先行位置を算出することが可能になるため、工作機械とロボットとの同期した先行位置を算出することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の干渉チェックシステムの概要を説明する図である。

【図2】本発明の実施形態における干渉チェックシステムの概略ブロック図である。

【図3】本発明の実施形態における数値制御装置上で実行される処理の概略フローチャートである。

【図4】本発明の他の実施形態における数値制御装置上で実行される処理の概略フローチャートである。

【図5】本発明の他の実施形態における干渉チェックシステムの概略ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明の一実施形態における干渉チェックシステムの概略図である。

図1に示す干渉チェックシステムでは、工作機械400とロボット360による加工制御を開始する前に、事前にオフラインプログラミング装置600などを使用してロボットコントローラ300上で実行されるプログラムを解析し、該プログラムによるロボット360の移動情報をインデックス付きの補間レベル移動データとして作成しておく。そして、作成した当該補間レベル移動データを数値制御装置100とロボットコントローラ300で共有し、ロボット360の移動開始指令を数値制御装置100側で行うようにする。

【0017】

加工プログラムに基づく加工制御の際には、数値制御装置100は先行位置の算出中に加工プログラム内にロボット360への移動開始指令があることを検出すると、ロボットコントローラ300との間で共有しているロボット360の補間レベル移動データに基づき、工作機械400の先行位置と合わせてロボット360の先行位置を算出する。

【0018】

一方で、ロボットコントローラ300は数値制御装置100からの移動開始指令を受けたら、数値制御装置100と共有しているロボット360の補間レベル移動データに基づき、アームのたわみを考慮した補正や、重力補正などを加味してロボット360の動作を該補間レベル移動データが示す位置となるよう制御を行う。そのため、数値制御装置100との間で共有しているロボット360の補間レベルの位置と実際のロボット360の位置を一致させることが可能となる。

【0019】

ここで、数値制御装置100とロボットコントローラ300とは非同期で動作するため、徐々に数値制御装置100で算出したロボット360の先行位置との間に誤差が生じてくる。この誤差を補正するため、ロボットコントローラ300は、ロボット360の現在

10

20

30

40

50

位置を示す補間レベル移動データに付加されているインデックスと、ロボット 360 が停止中か動作中かを示す移動状態の情報とを含む状態情報を、数値制御装置 100 へフィードバックする。ロボットコントローラ 300 からフィードバックされてきたロボット 360 の状態情報を受けた数値制御装置 100 は、状態情報に含まれるロボット 360 の現在位置を示すインデックスと移動状態の情報に基づいて、現在算出中の先行位置と実際のロボット 360 の現在位置から誤差を補正する。なお、ロボット 360 の状態情報は、数値制御装置 100 がロボットコントローラ 300 から取得するようにしても良い。

【0020】

また、上記の説明では、ロボット 360 の移動開始指令を数値制御装置 100 側で行うように説明したが、ロボットの移動開始指令を数値制御装置 100 側で行わず、ロボットコントローラ 300 側で独立して動作を開始しても良い。

10

【0021】

以下では、本発明の一実施形態における干渉チェックシステムの動作を、ブロック図とフローチャートにしたがって説明する。

図 2 は、本実施形態における干渉チェックシステムの概略的な機能ブロック図である。本実施形態の干渉チェックシステムは、数値制御装置 100、ロボットコントローラ 300、ロボット 360、工作機械 400、干渉チェック装置 500 を備える。

【0022】

数値制御装置 100 は、NC プログラム 110 に基づいて工作機械を制御すると共に、NC プログラム 110 を先読みして得られる先読みブロック指令データ 120、事前にオフラインプログラミング装置 600 等を用いて作成し、ロボットコントローラ 300 との間で共有したロボット 360 の補間レベル移動データ 130、およびロボットコントローラ 300 から通知または取得されたロボット 360 の状態情報 140 に基づいて工作機械 400 の各軸の先行位置とロボット 360 の先行位置とをそれぞれ算出し、干渉チェック装置 500 へ出力する処理を実行する。

20

【0023】

数値制御装置 100 は、前処理部と実行部とに分けられ、前処理部において制御に実行に必要な各種データを生成し、該データに基づいて実行部において工作機械などの制御が実行される。

【0024】

前処理部では、NC プログラム 110 を先読みして、先読みブロック指令データ 120 をメモリ（図示せず）に記憶する。また、事前にオフラインプログラミング装置 600 等を用いて作成し、ロボットコントローラ 300 との間で共有したロボット 360 の補間レベル移動データ 130 をメモリ（図示せず）に記憶するとともに、ロボットコントローラ 300 から逐次通知または取得されるロボット 360 の状態情報 140 を管理する。

30

【0025】

実行部が備える分配処理部 210 は、先読みブロック指令データ 120 を 1 ブロック毎読み出し、該ブロックで指令された各軸移動量、各軸速度に基づいて、分配周期毎の各軸可動部（工作機械 400 が備える各軸のサーボモータ）へ指令する補間レベルの分配データを作成する補間移動指令の分配処理を実行する。

40

そして作成された補間レベルの分配データは移動指令出力部 250 に出力され、該移動指令出力部 250 を介して加減速処理部 260 に出力される。加減速処理部 260 は、移動指令出力部 250 からの移動指令を受けて加減速処理を行い、工作機械が備える各軸のサーボモータを制御するサーボ制御部 270 に、この加減速処理部により加減速処理された移動量の移動指令を出力する。

【0026】

先行時間算出部 220 では、先読みブロック指令データ 120 と分配処理部 210 で作成した補間レベルの分配データ、およびあらかじめ定められた基準先行時間 T に基づいて、先行時間 t_1 を算出する。先行時間算出部 220 は、分配処理部 210 が分配処理を行った指令データの移動距離、速度を用いて、バッファ内に基準先行時間 T までの指令デー

50

タが蓄積されていれば基準先行時間 T を先行時間 t_1 とし、蓄積されていない場合にはバッファ内の指令データから求められる最大の時間を先行時間 t_1 として算出する。なお、基準先行時間 T は、干渉チェック装置 500 が干渉チェック処理に要する時間、数値制御装置 100 と干渉チェック装置 500 との間の通信に係る時間、および工作機械 400 の軸やロボット 360 が停止指令を受けてから減速停止に係る時間等に基づいてあらかじめ定められる時間であり、詳細は特許文献 1 などに説明されているので本明細書では省略する。

【0027】

また、先行時間算出部 220 は、先行時間 t_1 を算出する際に、先読みブロック指令データ 120 内に、ロボット 360 の移動開始指令があった場合には、更に現時刻からロボット 360 の移動開始指令までの時間 t_2 を算出する。算出されたロボット移動開始時間 t_2 は、先行時間算出部 220 で、ロボット 360 の移動開始指令時に $t_2 = 0$ となるように、NC プログラムの処理ブロックが（先行時間を算出するための基準位置が）ロボット 360 の移動開始指令のブロックになるまで処理周期毎に減算され、その時点でロボット 360 の状態は移動中状態となる。先読みブロック指令データ 120 内に、ロボット 360 の移動開始指令がなく、ロボット 360 が移動中の場合は、 $t_2 = 0$ に設定され、ロボット 360 が停止中の場合は、 $t_2 = t_1$ が設定される。したがって、ロボット移動開始時間 t_2 は、 $0 \leq t_2 \leq t_1$ の範囲になる。

【0028】

更に、先行時間算出部 220 で、先行時間を算出するための基準位置が、ロボット 360 の移動開始指令の位置になった時点で、数値制御装置 100 からロボットコントローラ 300 に対してロボット 360 の移動開始が指令される。

【0029】

工作機械先行位置算出部 230 は、先行時間算出部 220 で算出した先行時間 t_1 に基づいて、工作機械 400 が備える各軸の先行位置を算出する。工作機械 400 の先行位置の算出方法については、特許文献 1 等の開示されているため本明細書では詳細は省略する。

【0030】

ロボット先行位置算出部 240 は、補間レベル移動データ 130 と、ロボットコントローラ 300 から逐次通知または取得されるロボット 360 の状態情報 140 とに基づいてロボット 360 の現在位置を求めた上で、該ロボット 360 の現在位置と、補間レベル移動データ 130 とに基づいて先行時間 t_1 後のロボット 360 の先行位置を算出する。ロボット 360 の先行位置の算出方法は、たとえば、補間レベル移動データ 130 の各インデックス（ロボットコントローラ 300 における 1 補間周期）を 1 単位とした場合、数値制御装置 100 とロボットコントローラ 300 の補間周期 $cycle$ 、先行時間 t_1 、ロボット 360 の移動開始指令までの時間 t_2 、現在位置のインデックス $cpos$ から、以下に示す数 1 式を用いて先行位置を示すインデックス $fpos$ を算出し、算出された $fpos$ と補間レベル移動データ 130 とにより求めることができる。

【0031】

【数 1】

$$fpos = cpos + (t1 - t2) / cycle$$

【0032】

なお、数値制御装置 100 とロボットコントローラ 300 のそれぞれの補間周期が異なる場合に、先行時間に対応する補間レベル移動データ 130 の適当なインデックスが存在しない場合がある。そのような場合には、補間レベル移動データ 130 における、先行時間に対応するところの前のインデックスが指し示す位置情報をロボット 360 の先行位置としてもよいし、後ろのインデックスが指し示す位置情報をロボット 360 の先行位置としてもよい。また、前のインデックスが指し示す位置情報と後ろのインデックスが指し示す位置情報との中間の位置や、前のインデックスが指し示す位置情報と後ろのインデックス

10

20

30

40

50

スが指し示す位置情報とを先行時間に基づいて線形補間した位置情報をロボット 360 の先行位置としてもよい。

【0033】

この時、ロボットコントローラ 300 から状態情報 140 が取得される周期 (f b c y c l e) が、数値制御装置 100 とロボットコントローラ 300 の補間周期と一致する場合、工作機械 400 とロボット 360 の先行位置は、常に同期性が保たれる。

f b c y c l e > c y c l e の場合、先行位置の同期性に誤差が発生するが、ロボット 360 の現在位置を示すインデックスと移動状態を含む状態情報 140 が取得された時点で誤差が補正される。

【0034】

なお、f p o s が補間レベル移動データ 130 の最大インデックス値を超えた場合にロボット 360 はロボット停止中であると見なす。ロボット停止中は、 $t_2 = t_1$ とすることで、先行時間後のロボット 360 の先行位置を現在位置と一致させることができる。

【0035】

図 3 は、図 2 に示した機能ブロックを備えた数値制御装置 100 上で実行される処理の概略フローチャートである。

● [ステップ S A 0 1] N C プログラム 110 を先読みし、先読みブロック指令データ 120 として読み込む。

● [ステップ S A 0 2] 分配処理部 210 は、先読みブロック指令データ 120 に基づいて補間レベルの分配データを作成する。

● [ステップ S A 0 3] 先行時間算出部 220 は、先読みブロック指令データ 120 と分配処理部 210 で作成した補間レベルの分配データを基に先行時間 t_1 を算出する。

【0036】

● [ステップ S A 0 4] 先読みブロック指令データ 120 内に、ロボット 360 の移動開始指令があるか否かを判定する。ロボットの移動開始指令があった場合にはステップ S A 0 5 へ進み、無かった合にはステップ S A 0 6 へ進む。

● [ステップ S A 0 5] 現時刻からロボット 360 の移動開始指令までの時間 t_2 を算出する。

【0037】

● [ステップ S A 0 6] 状態情報 140 を参照するなどして、現在ロボット 360 が移動中か否かを判定する。ロボット 360 が移動中である場合にはステップ S A 0 7 へ進み、停止中の場合にはステップ S A 0 8 へ進む。

● [ステップ S A 0 7] ロボット 360 の移動開始指令までの時間 t_2 を 0 に設定する。

● [ステップ S A 0 8] ロボット 360 の移動開始指令までの時間 t_2 を t_1 に設定する。

【0038】

● [ステップ S A 0 9] 先行時間を算出するための基準位置が、ロボット 360 の移動開始指令の位置になった否かを判定する。移動開始指令の位置になった場合にはステップ S A 10 へ進みそうでない場合にはステップ S A 0 7 へ進む。

● [ステップ S A 10] ロボットコントローラ 300 に対して、ロボット 360 の移動開始指令を実行する。

【0039】

● [ステップ S A 11] 工作機械 400 が備える各軸の先行位置を算出する。

● [ステップ S A 12] ロボット 360 の先行位置をロボット 360 の状態情報 140 に基づいて算出し、ステップ S A 0 1 へ戻る。

【0040】

なお、ロボット 360 の移動開始指令を数値制御装置 100 側で行わず、数値制御装置 100 とロボットコントローラ 300 とのそれぞれが独立して動作する構成に対しても本発明を適用することができる。

図 4 は、ロボット 360 の移動開始指令を数値制御装置 100 側で行わず、数値制御装

10

20

30

40

50

置 1 0 0 とロボットコントローラ 3 0 0 とのそれぞれが独立して動作する場合における、数値制御装置 1 0 0 上で実行される処理の概略フローチャートである。

【0041】

- [ステップ S B 0 1] N C プログラム 1 1 0 を先読みし、先読みブロック指令データ 1 2 0 として読み込む。
- [ステップ S B 0 2] 分配処理部 2 1 0 は、先読みブロック指令データ 1 2 0 に基づいて補間レベルの分配データを作成する。
- [ステップ S B 0 3] 先行時間算出部 2 2 0 は、先読みブロック指令データ 1 2 0 と分配処理部 2 1 0 で作成した補間レベルの分配データを基に先行時間 t_1 を算出する。
- [ステップ S B 0 4] 工作機械 4 0 0 が備える各軸の先行位置を算出する。

10

【0042】

- [ステップ S B 0 5] 状態情報 1 4 0 を参照するなどして、ロボット 3 6 0 が停止中か否かを判定する。ロボット 3 6 0 が停止中ではない場合にはステップ S B 0 6 へ進み、ロボット 3 6 0 が停止中である場合にはステップ S B 0 7 へ進む。
- [ステップ S B 0 6] 補間レベル移動データ 1 3 0 と、ロボットコントローラ 3 0 0 から取得した、または通知されたロボット 3 6 0 の状態情報 1 4 0 に基づいて、移動中のロボット 3 6 0 の先行位置を算出して、ステップ S B 0 1 へ戻る。たとえば、ロボット 3 6 0 の補間レベル移動データ 1 3 0 のインデックスを 1 単位とした場合、数値制御装置 1 0 0 とロボットコントローラ 3 0 0 の補間周期 $c y c l e$ 、先行時間 t_1 、現在位置のインデックス $c p o s$ から、ロボット 3 6 0 の先行位置を示すインデックス $f p o s$ は、 $f p o s = c p o s + t_1 / c y c l e$ として算出することができる。
- [ステップ S B 0 7] 補間レベル移動データ 1 3 0 と、ロボットコントローラ 3 0 0 から取得した、または通知されたロボット 3 6 0 の状態情報 1 4 0 に基づいて、停止中のロボット 3 6 0 の先行位置を算出して、ステップ S B 0 1 へ戻る。たとえば、ロボット 3 6 0 の補間レベル移動データ 1 3 0 のインデックスを 1 単位とした場合、数値制御装置 1 0 0 とロボットコントローラ 3 0 0 の補間周期 $c y c l e$ 、先行時間 t_1 、現在位置のインデックス $c p o s$ から、ロボット 3 6 0 の先行位置を示すインデックス $f p o s$ は、 $f p o s = c p o s$ として算出することができる。

20

【0043】

上記した構成に依れば、ロボットコントローラは、ロボットの現在位置を示すインデックスと移動状態を示す情報を数値制御装置へ通知または数値制御装置が取得できる機能だけを実装すれば、工作機械とロボットの干渉チェック機能を実現できる。

30

【0044】

また、数値制御装置は補間の種類、先読みバッファ内の先読み状態や先読みを抑制する指令ごとに先行位置を算出するための先行時間が動的に変動しても、変動した先行時間でロボットの先行位置を算出することが可能になるため、工作機械とロボットとの同期した先行位置を算出することが可能になる。

【0045】

更に、ロボットコントローラから、ロボットの現在位置を示すインデックス情報および移動状態を示す情報を取得することで、工作機械とロボットの先行位置の誤差を最小限に補正することが可能になる。

40

【0046】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上述した実施の形態の例のみに限定されることなく、適宜の変更を加えることにより様々な態様で実施することができる。

【0047】

例えば、上記した実施形態では、ロボットコントローラ 3 0 0 上で実行される教示プログラムを、事前にオフラインプログラミング装置 6 0 0 などを使用して解析してロボット 3 6 0 の移動情報をインデックス付きの補間レベル移動データとして作成し、数値制御装置 1 0 0 とロボットコントローラ 3 0 0 との間で共有する例を示したが、逆に、数値制御

50

装置 100 上で実行される NC プログラムを、事前にオフラインプログラミング装置 600 などを使用して解析して工作機械 400 の移動情報をインデックス付きの補間レベル移動データとして作成し、数値制御装置 100 とロボットコントローラ 300 との間でそれぞれ補間レベル移動データ 130、補間レベル移動データ 310 として共有するように構成してもよい。

【0048】

その場合、図 5 に示すように、上記実施形態において数値制御装置 100 上に実装した先行時間算出部 220、工作機械先行位置算出部 230、ロボット先行位置算出部 240 に対応する構成である、先行時間算出部 370、ロボット先行位置算出部 380、工作機械先行位置算出部 390 などをそれぞれロボットコントローラ 300 上に実装し、これら機能手段で工作機械 400 とロボット 360 の先行位置をそれぞれ算出し、干渉チェック装置 500 に対して通知するような構成となる。

10

この時、数値制御装置 100 は、工作機械の現在位置を示す補間レベル移動データ 130 に付加されているインデックスを含む状態情報をロボットコントローラ 300 へフィードバックし、ロボットコントローラ 300 がフィードバックされてきた状態情報に基づいて、現在算出中の先行位置と実際のロボット 360 の現在位置から誤差を補正するようにすればよい。

【符号の説明】

【0049】

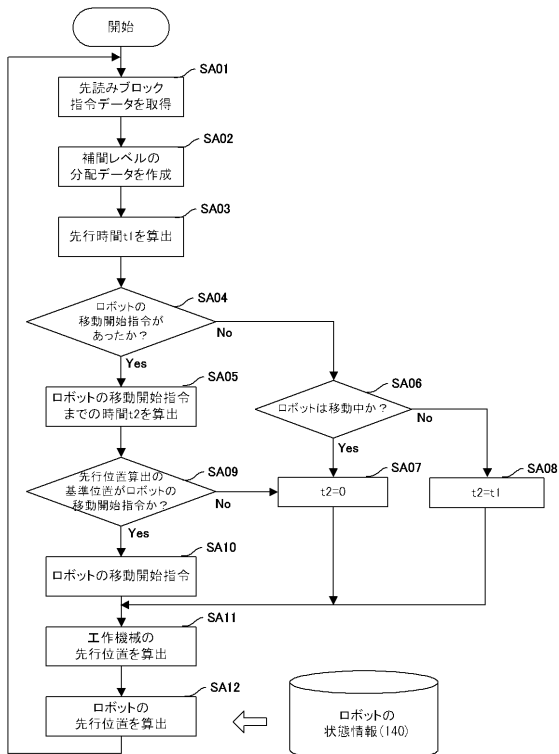
- 100 数値制御装置
- 110 NC プログラム
- 120 先読みブロック指令データ
- 130 補間レベル移動データ
- 140 状態情報
- 210 分配処理部
- 220 先行時間算出部
- 230 工作機械先行位置算出部
- 240 ロボット先行位置算出部
- 250 移動指令出力部
- 260 加減速処理部
- 270 サーボ制御部
- 300 ロボットコントローラ
- 310 補間レベル移動データ
- 320 補間移動指令分配処理部
- 330 移動指令出力部
- 340 加減速処理部
- 350 サーボ制御部
- 360 ロボット
- 400 工作機械
- 500 干渉チェック装置
- 600 オフラインプログラミング装置

20

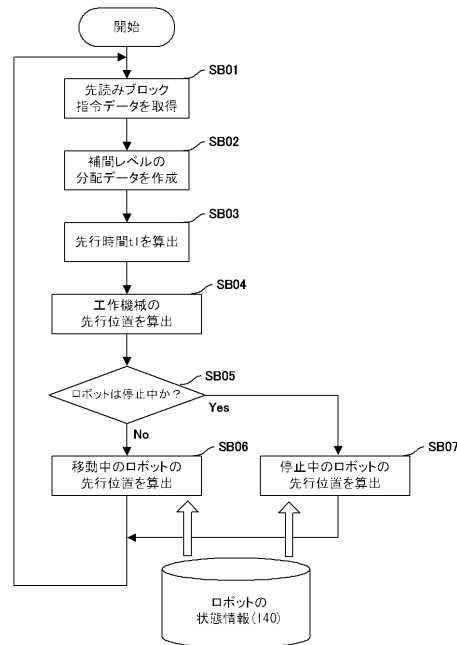
30

40

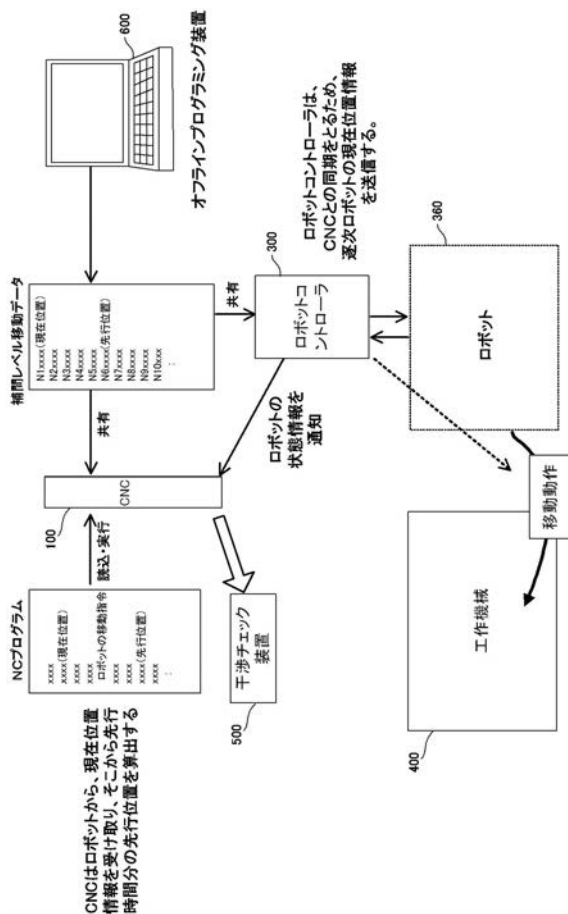
【図 3】



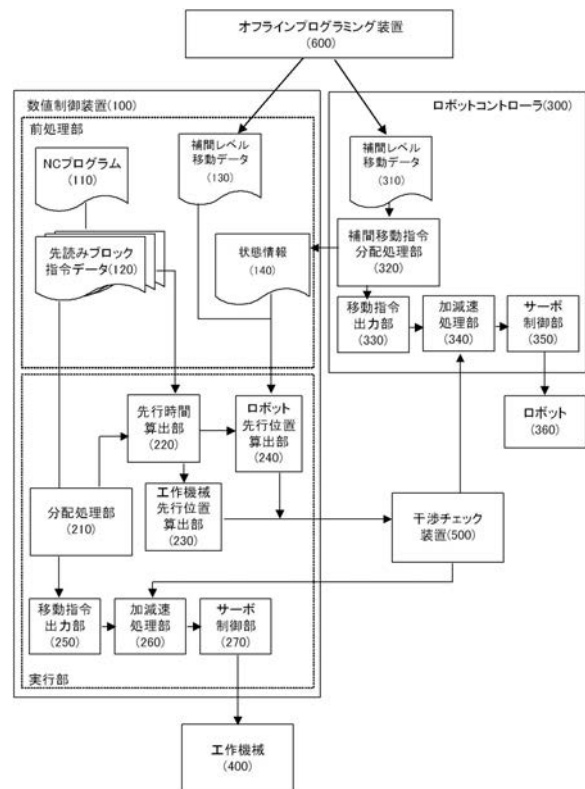
【図 4】



【図 1】



【図 2】



【図 5】

