

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7412655号
(P7412655)

(45)発行日 令和6年1月12日(2024.1.12)

(24)登録日 令和5年12月28日(2023.12.28)

(51)国際特許分類

F I

G 0 5 B 19/18 (2006.01) G 0 5 B 19/18 X

G 0 5 B 19/406 (2006.01) G 0 5 B 19/406 S

請求項の数 14 (全17頁)

(21)出願番号	特願2023-552359(P2023-552359)	(73)特許権者	000006013
(86)(22)出願日	令和5年4月18日(2023.4.18)		三菱電機株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/015523		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
審査請求日	令和5年8月29日(2023.8.29)	(74)代理人	100118762
早期審査対象出願			弁理士 高村 順
		(72)発明者	石井 隆史
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
			三菱電機株式会社内
		(72)発明者	東 俊博
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
			三菱電機株式会社内
		審査官	須中 栄治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 異常判定装置、異常判定システム、および異常判定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

工作機械が用いる加工プログラムで規定されている工具の動作に設定される補正値を、現在の補正値としてオペレータから受け付けるオペレータ入力部と、

前記工作機械に設定されている前記現在の補正値と、過去に適切に加工が実行された際に前記工具の動作に設定されていた過去の補正値とを比較して前記現在の補正値と前記過去の補正値との差分である補正値差分を算出する設定情報比較部と、
前記補正値差分が前記補正値差分に対する閾値である差分閾値以上である場合は、前記現在の補正値は不適切であると判定し、前記補正値差分が前記差分閾値よりも小さい場合は、前記現在の補正値は適切であると判定することで前記現在の補正値の異常を検出する異常検出部と、

前記異常検出部が異常を検出した場合に、前記現在の補正値が不適切であることを示す情報を表示装置に表示させる表示制御部と、
を備えることを特徴とする異常判定装置。

【請求項2】

前記工作機械が前記現在の補正値を用いて実行する現在の加工処理が、過去に適切に実行された過去の加工処理と同じ加工処理であるか否かを推論する加工推論部をさらに備え、
前記設定情報比較部は、前記現在の加工処理と前記過去の加工処理とが同じ加工処理である場合に、前記現在の補正値と前記過去の補正値とを比較し、

前記表示制御部は、前記現在の加工処理と前記過去の加工処理とが同じ加工処理でない

場合に、前記現在の補正值と前記過去の補正值とを比較できないことを示す情報を表示装置に表示させる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の異常判定装置。

【請求項 3】

前記異常検出部は、前記異常を検出すると、前記現在の補正值と比較した前記過去の補正值に基づいて、適切な補正值の候補である再設定候補値を決定し、

前記表示制御部は、前記再設定候補値を表示装置に表示させる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の異常判定装置。

【請求項 4】

前記過去の補正值と、前記過去の補正值が適用された前記加工プログラムの情報とを含んだ前記工作機械への設定情報である過去の設定情報を蓄積する設定情報蓄積部をさらに備え、

前記設定情報比較部は、前記現在の補正值、前記現在の補正值が適用された前記加工プログラムの情報、および前記現在の補正值が適用された前記工具の情報を含んだ前記工作機械への設定情報である現在の設定情報と、前記過去の設定情報とを用いて、前記現在の補正值と前記過去の補正值とを比較する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の異常判定装置。

【請求項 5】

前記オペレータ入力部は、前記補正值差分に対する閾値である差分閾値をオペレータから受け付け、

前記異常検出部は、前記補正值差分および前記差分閾値に基づいて前記異常を検出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の異常判定装置。

【請求項 6】

前記加工推論部は、前記現在の補正值を用いて実行される加工処理が、前記過去の補正值を用いて実行された正常な加工処理と同一の加工処理であるか否かを推論するための学習済みモデルを用いて、前記現在の加工処理が前記過去の加工処理と同じ加工処理であるか否かを推論する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の異常判定装置。

【請求項 7】

前記過去の補正值を含む学習用データを取得するデータ取得部と、

前記学習用データを用いて、前記現在の加工処理が前記過去の加工処理と同じであるか否かを推論するための前記学習済みモデルを生成するモデル生成部と、をさらに備える、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の異常判定装置。

【請求項 8】

前記オペレータ入力部、前記加工推論部、および前記表示制御部は、前記工作機械に配置されている、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の異常判定装置。

【請求項 9】

前記設定情報比較部および前記異常検出部は、前記工作機械に接続されたサーバに配置されている、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の異常判定装置。

【請求項 10】

前記過去の補正值が適用された前記加工プログラムの情報には、前記加工プログラムを識別するプログラム識別情報と、前記加工プログラムが作成された日時の情報であるタイムスタンプと、前記加工プログラムによって作製される製品の形状を示す情報である形状情報とのうちの少なくとも 1 つが含まれている、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の異常判定装置。

【請求項 11】

前記設定情報には、前記工具を識別する工具識別情報と、前記過去の補正值に対応する

10

20

30

40

50

補正項目を識別する補正識別情報とのうちの少なくとも1つが含まれている、
ことを特徴とする請求項4に記載の異常判定装置。

【請求項12】

前記再設定候補値には、前記過去の補正値の平均値と、前記過去の補正値の範囲と、前記過去の補正値の使用頻度の情報が含まれるヒストグラムとのうちの少なくとも1つが含まれている、

ことを特徴とする請求項3に記載の異常判定装置。

【請求項13】

請求項1から12の何れか1つに記載の異常判定装置を有することを特徴とする異常判定システム。

【請求項14】

異常判定装置が、工作機械が用いる加工プログラムで規定されている工具の動作に設定される補正値を、現在の補正値としてオペレータから受け付けるオペレータ入力ステップと、

前記異常判定装置が、前記工作機械に設定されている前記現在の補正値と、過去に適切に加工が実行された際に前記工具の動作に設定されていた過去の補正値とを比較して前記現在の補正値と前記過去の補正値との差分である補正値差分を算出する設定情報比較ステップと、

前記異常判定装置が、前記補正値差分が前記補正値差分に対する閾値である差分閾値以上である場合は、前記現在の補正値は不適切であると判定し、前記補正値差分が前記差分閾値よりも小さい場合は、前記現在の補正値は適切であると判定することで前記現在の補正値の異常を検出する異常検出ステップと、

前記異常判定装置が、異常を検出した場合に、前記現在の補正値が不適切であることを示す情報を表示装置に表示させる表示制御ステップと、

を含むことを特徴とする異常判定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、工作機械に設定される補正値の異常判定を行う異常判定装置、異常判定システム、および異常判定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械は、工具の位置などを補正しながら加工対象である被加工物を加工する。工作機械は、オペレータに入力された工具の位置の補正量に基づいて、工具の位置を補正しながら加工を行っている。このため、オペレータに入力される補正量が適切な補正量であることが望まれる。

【0003】

特許文献1に記載の工作機械の制御装置は、オペレータによって入力された補正量によって工具の移動量を補正し、入力された補正量と、補正タイミングと、オペレータIDとを履歴データとして記憶している。そして、工作機械の制御装置は、記憶しておいたオペレータIDが選択されると、このオペレータIDに対応する補正量および補正タイミングで工具の移動量を自動補正して加工を実行している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2018-163541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、上記特許文献1の技術では、近似式を用いて補正値を予測し自動補正し

10

20

30

40

50

ているので、近似式で予測した不適切な補正值が採用され、不適切な補正值で自動補正されて加工が実行される可能性が高いという問題があった。

【０００６】

本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、不適切な補正值で補正される可能性を低減して加工を実行することができる異常判定装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示の異常判定装置は、工作機械が用いる加工プログラムで規定されている工具の動作に設定される補正值を、現在の補正值としてオペレータから受け付けるオペレータ入力部と、工作機械に設定されている現在の補正值と、過去に適切に加工が実行された際に工具の動作に設定されていた過去の補正值とを比較して現在の補正值と過去の補正值との差分である補正值差分を算出する設定情報比較部とを備える。また、本開示の異常判定装置は、補正值差分が補正值差分に対する閾値である差分閾値以上である場合は、現在の補正值は不適切であると判定し、補正值差分が差分閾値よりも小さい場合は、現在の補正值は適切であると判定することで現在の補正值の異常を検出する異常検出部と、異常検出部が異常を検出した場合に、現在の補正值が不適切であることを示す情報を表示装置に表示させる表示制御部とを備える。

10

【発明の効果】

【０００８】

本開示にかかる異常判定装置は、不適切な補正值で補正される可能性を低減して加工を実行することができるという効果を奏する。

20

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】実施の形態にかかる異常判定システムの構成を示す図

【図２】実施の形態にかかる異常判定システムが実行する処理の処理手順を示すフローチャート

【図３】実施の形態にかかる工作機械を実現するハードウェア構成例を示す図

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下に、本開示の実施の形態にかかる異常判定装置、異常判定システム、および異常判定方法を図面に基づいて詳細に説明する。

30

【００１１】

実施の形態．

図１は、実施の形態にかかる異常判定システムの構成を示す図である。異常判定システム１は、工作機械１０と、サーバ３０とを備えている。異常判定システム１は、工作機械１０が加工を開始する前に、工具などに対して設定される補正值を判定し、設定ミスがあった場合に、適切な補正值の候補（再設定候補値）およびアラームの少なくとも一方をオペレータに通知するシステム（不良検知システム）である。

【００１２】

工作機械１０は、オペレータ入力部１１と、加工プログラム動作部１２と、加工推論部１３と、設定情報記憶部１４と、学習済みモデル記憶部２１と、表示制御部２２と、表示装置２３とを有している。

40

【００１３】

サーバ３０は、設定情報取得部３１と、設定情報蓄積部３２と、設定情報比較部３３と、異常検出部３４と、データ取得部４１と、モデル生成部４２とを有している。サーバ３０のうち、データ取得部４１およびモデル生成部４２が学習装置である。

【００１４】

異常判定システム１が備える構成要素のうち、学習済みモデル記憶部２１および表示制御部２２の少なくとも一方は、工作機械１０の外部に配置されてもよい。学習済みモデル記憶部２１および表示制御部２２の少なくとも一方は、例えば、サーバ３０内に配置され

50

てもよい。

【0015】

異常判定システム1が備える構成要素のうち、データ取得部41およびモデル生成部42の少なくとも一方は、サーバ30の外部に配置されてもよい。データ取得部41およびモデル生成部42の少なくとも一方は、例えば、工作機械10内に配置されてもよい。

【0016】

オペレータ入力部11は、オペレータによって入力されるデータを受け付ける。オペレータ入力部11は、例えば、オペレータによって入力される加工処理の設定情報、差分閾値などを受け付ける。オペレータによって入力される加工処理の設定情報には、加工プログラムの情報と、補正情報と、工具番号（工具識別情報）が含まれている。

10

【0017】

加工プログラムの情報は、例えば、プログラム番号（プログラム識別情報）である。プログラム番号は、加工プログラムを識別する情報である。図1では、オペレータ入力部11が、加工プログラムの情報としてプログラム番号を受け付けた場合を示している。なお、プログラム番号は、被加工物を加工するための加工プログラムを識別する情報であれば、何れの情報であってもよい。

【0018】

補正情報は、補正番号（補正識別情報）と補正值とが対応付けされた情報である。補正值は、例えば、加工プログラムで規定されている工具の動作に対して設定される、工具の動作を補正するための値である。補正番号は、補正值に対応する補正項目を識別する情報である。なお、補正番号は、補正值に対応する補正項目を識別する情報であれば、何れの情報であってもよい。例えば、補正項目が工具の移動量である場合に、補正番号として「001」などが設定される。この場合、補正情報では、「001」と、加工プログラムで規定されている工具の移動量の補正值とが対応付けされている。工具番号は、工具を識別する情報である。なお、工具番号は、工具を識別する情報であれば、何れの情報であってもよい。

20

【0019】

差分閾値は、過去に用いられた適切な補正值（以下、過去の補正值という場合がある）と現在設定中の補正值（以下、現在の補正值という場合がある）との差分に対する閾値である。

30

【0020】

なお、設定情報には、加工プログラムの情報として、プログラム番号以外の情報が含まれていてもよい。加工プログラムの情報には、例えば、タイムスタンプ、形状情報、加工指令情報（例えば、Mコード、Gコード）などが含まれていてもよい。タイムスタンプは、加工プログラムが作成された日時を示す情報であり、形状情報は、加工プログラムによって作製される製品の形状を示す情報である。なお、加工プログラムの情報に含まれる情報は、上述した情報に限られない。加工プログラムの情報には、プログラム番号と、タイムスタンプと、形状情報とのうちの少なくとも1つが含まれていればよい。

【0021】

このように設定情報には、補正值および加工プログラムの情報が含まれている。また、設定情報には、補正番号と、工具番号とのうちの少なくとも1つが含まれていてもよい。工作機械10は、種々の加工プログラムと、種々の設定情報とを用いて種々の被加工物を加工する。本実施の形態では、オペレータによって入力される設定情報が、プログラム番号、補正情報、および工具番号である場合について説明する。

40

【0022】

オペレータ入力部11は、プログラム番号、補正情報、および工具番号を加工プログラム動作部12に送る。すなわち、オペレータ入力部11は、加工処理の設定情報を加工プログラム動作部12に送る。

【0023】

また、オペレータ入力部11は、差分閾値を設定情報記憶部14に格納する。また、オ

50

ペレータ入力部 11 は、差分閾値をサーバ 30 の異常検出部 34 に送る。なお、図 1 では、オペレータ入力部 11 と異常検出部 34 とを接続する接続線の図示を省略している。

【0024】

加工プログラム動作部 12 は、オペレータ入力部 11 から、プログラム番号、補正情報、および工具番号を含んだ設定情報を受け付ける。加工プログラム動作部 12 は、プログラム番号と、補正情報と、工具番号とを対応付けた設定情報を加工推論部 13 に送る。また、加工プログラム動作部 12 は、プログラム番号と、補正情報と、工具番号とを対応付けた設定情報をサーバ 30 の設定情報比較部 33 に送る。加工プログラム動作部 12 が、加工推論部 13 および設定情報比較部 33 に送る設定情報が、現在、工作機械 10 に設定されている設定情報（以下、現在の設定情報という場合がある）である。

10

【0025】

学習済みモデル記憶部 21 は、サーバ 30 のモデル生成部 42 が生成した学習済みモデルを記憶しておく。学習済みモデルは、現在の補正值を用いて実行される加工処理（以下、現在の加工処理という場合がある）が、過去の補正值を用いて実行された正常な加工処理（以下、過去の加工処理という場合がある）と同一の加工処理であるか否かを推論するための関数である。学習済みモデルは、現在の加工処理と過去の加工処理とが、同一の加工処理であるか否かを判定するために用いられる。

【0026】

同一の加工処理とは、現在と過去とで同一の加工プログラムおよび同一の工具を用いて実行され、且つ過去に実行された正常な加工処理で用いられた過去の補正值と、現在の補正值との差分が差分閾値以下である加工である。

20

【0027】

加工推論部 13 は、現在の設定情報を加工プログラム動作部 12 から受け付けるとともに、学習済みモデルを学習済みモデル記憶部 21 から読み出す。加工推論部 13 は、現在の設定情報を学習済みモデルに入力することで、これから実行される現在の加工処理と過去の加工処理とが、同一の加工処理であるか否かを推論する。

【0028】

加工推論部 13 は、現在の加工処理と過去の加工処理とが同一の加工処理でないと判定した場合、この判定結果を表示制御部 22 に送る。また、加工推論部 13 は、現在の加工処理と過去の加工処理とが同一の加工処理であると判定した場合、現在の設定情報を、設定情報記憶部 14 に記憶させる。すなわち、加工推論部 13 は、プログラム番号と、補正情報と、工具番号とを、設定情報記憶部 14 に記憶させる。

30

【0029】

設定情報記憶部 14 は、加工成否情報と、加工推論部 13 から送られてくる現在の設定情報と、オペレータ入力部 11 から送られてくる差分閾値とを記憶する。加工成否情報は、実行された現在の加工処理が、正常加工であったか、異常加工であったかを示す情報である。加工成否情報は、現在の加工処理で作製された完成品の形状などに基づいて決定される。

【0030】

表示制御部 22 は、加工推論部 13 から、現在の加工処理と過去の加工処理とが同一の加工処理でないことを示す情報が送られてくると、現在の加工処理と過去の加工処理とを比較できないことを示す情報を表示装置 23 に表示させる。

40

【0031】

また、表示制御部 22 は、サーバ 30 から設定情報（補正值）が不適切であることを示す情報が送られてくると、補正值が不適切であることを示すアラームを表示装置 23 に表示させる。また、表示制御部 22 は、サーバ 30 から設定情報に含まれる補正值の候補（再設定候補値）が送られてくると、再設定候補値を表示装置 23 に表示させる。また、表示制御部 22 は、サーバ 30 から補正值が適切であることを示す情報が送られてくると、補正值が適切であることを示す情報を表示装置 23 に表示させる。

【0032】

50

設定情報取得部 3 1 は、現在の加工処理が実行される際に、現在の設定情報と、差分閾値とを設定情報記憶部 1 4 から読み出して、設定情報蓄積部 3 2 に格納する。また、設定情報取得部 3 1 は、設定情報記憶部 1 4 が加工成否情報を格納すると、設定情報記憶部 1 4 から加工成否情報を読み出す。すなわち、設定情報取得部 3 1 は、現在の加工処理が完了した後に、設定情報記憶部 1 4 から加工成否情報を読み出す。設定情報取得部 3 1 は、読み出した加工成否情報を、設定情報記憶部 1 4 に格納済みの現在の設定情報および差分閾値に対応付けて、設定情報蓄積部 3 2 に格納する。なお、設定情報記憶部 1 4 が、加工成否情報、現在の設定情報、および差分閾値を設定情報取得部 3 1 に送信してもよい。

【0033】

設定情報蓄積部 3 2 は、収集したデータを格納する収集データベースを有しており、この収集データベース内に、加工成否情報と、設定情報と、差分閾値とを対応付けて記憶する。設定情報蓄積部 3 2 が記憶する設定情報が、過去の設定情報である。このように、設定情報は、加工の完了前は現在の設定情報であり、加工の完了後に加工成否情報に対応付けされると、過去の設定情報となる。なお、過去の設定情報には、差分閾値が含まれていなくてもよい。

10

【0034】

設定情報比較部 3 3 は、加工プログラム動作部 1 2 から、プログラム番号と、補正情報と、工具番号とが対応付けられた現在の設定情報を受け付ける。なお、設定情報比較部 3 3 は、設定情報記憶部 1 4 から現在の設定情報を読み出してもよいし、設定情報記憶部 1 4 から現在の設定情報を受信してもよい。

20

【0035】

また、設定情報比較部 3 3 は、現在の設定情報に含まれるプログラム番号および工具番号と同じプログラム番号および工具番号を有した過去の設定情報を、設定情報蓄積部 3 2 から読み出す。なお、設定情報比較部 3 3 は、設定情報蓄積部 3 2 から複数の過去の設定情報を読み出してもよい。

【0036】

設定情報比較部 3 3 は、現在の設定情報と、過去の設定情報とを比較する。具体的には、設定情報比較部 3 3 は、現在の設定情報に含まれる補正情報の補正值と、過去の設定情報に含まれる補正情報の補正值とを比較する。なお、設定情報比較部 3 3 は、複数の過去の補正值を読み出した場合は、複数の過去の補正值の平均値と、現在の補正值とを比較する。また、設定情報比較部 3 3 は、複数の過去の補正值の最頻値または中央値と、現在の補正值とを比較してもよい。

30

【0037】

設定情報比較部 3 3 は、現在の設定情報に含まれる補正情報の補正值と、過去の設定情報に含まれる補正情報の補正值との差分（以下、補正值差分という場合がある）を算出し、補正值差分を異常検出部 3 4 に送る。

【0038】

異常検出部 3 4 は、設定情報比較部 3 3 から送られてくる補正值差分と、オペレータ入力部 1 1 から送られてくる差分閾値とに基づいて、現在の設定情報（補正值）が適切な値であるか否かを判定する。異常検出部 3 4 は、補正值差分が差分閾値以上である場合は、現在の補正值は不適切であると判定し、補正值差分が差分閾値よりも小さい場合は、現在の補正值は適切であると判定する。

40

【0039】

異常検出部 3 4 は、現在の補正值が適切であると判定した場合、現在の補正值が適切であることを示す情報を表示制御部 2 2 に送る。異常検出部 3 4 は、現在の補正值が不適切であると判定した場合、現在の補正值が不適切であることを示す情報（アラーム）を表示制御部 2 2 に送る。

【0040】

また、異常検出部 3 4 は、現在の補正值が不適切であると判定した場合、設定情報比較部 3 3 が比較に用いた過去の補正值を、設定情報比較部 3 3 から取得する。すなわち、異

50

常検出部 34 は、過去の補正值のうち、不適切であると判定された現在の補正值と比較された過去の補正值を設定情報比較部 33 から取得する。異常検出部 34 は、取得した過去の補正值に基づいて、適切な補正值の候補である再設定候補値を決定する。異常検出部 34 は、例えば、取得した過去の補正值の平均値を再設定候補値に決定する。すなわち、異常検出部 34 は、過去の補正值のうち、不適切であると判定された現在の補正值と比較された過去の補正值の平均値を再設定候補値に決定する。異常検出部 34 は、決定した再設定候補値を表示制御部 22 に送る。

【0041】

データ取得部 41 は、正常に加工された場合の加工プログラム、工具、および補正值の情報を含んだ設定情報を学習用データとして取得する。学習用データは、正常に加工された場合の、プログラム番号と、工具番号と、補正情報とが互いに関連付けられたデータである。データ取得部 41 は、学習用データを、例えば、設定情報蓄積部 32 から取得する。

【0042】

データ取得部 41 は、設定情報蓄積部 32 に登録されている加工成否情報に基づいて、正常に加工された場合の学習用データを取得する。なお、データ取得部 41 は、学習用データを、工作機械 10 から取得してもよい。データ取得部 41 は、設定情報を含む学習用データをモデル生成部 42 に送る。

【0043】

モデル生成部 42 は、学習用データを用いて、現在の加工処理が、過去に正常に加工された加工処理と同じ加工処理であるか否かを推論するための学習済みモデルを生成する。学習済みモデルは、現在の加工処理と、過去の加工処理とが、同一の加工処理であるか否かを判定するために用いられる。モデル生成部 42 は、生成した学習済みモデルを、学習済みモデル記憶部 21 に記憶させる。

【0044】

なお、異常判定システム 1 は、1つの装置で構成されてもよいし、3つ以上の装置で構成されてもよい。例えば、異常判定システム 1 は、工作機械 10 の構成要素と、サーバ 30 の構成要素とを備えた異常判定装置であってもよい。異常判定システム 1 が、工作機械 10 の構成要素と、サーバ 30 の構成要素とを備えた異常判定装置である場合、異常判定装置は、例えば、オペレータ入力部 11 と、加工推論部 13 と、設定情報蓄積部 32 と、設定情報比較部 33 と、異常検出部 34 と、表示制御部 22 とを備えている。また、異常判定装置は、加工プログラム動作部 12 を備えていてもよい。

【0045】

図 2 は、実施の形態にかかる異常判定システムが実行する処理の処理手順を示すフローチャートである。なお、図 2 に示す入出力装置は、オペレータによって入力される情報を受け付ける装置、またはオペレータに情報を提供する装置である。ここでの入出力装置は、工作機械 10 のうちの、オペレータ入力部 11 および表示装置 23 である。

【0046】

サーバ 30 の設定情報取得部 31 は、設定情報記憶部 14 から設定情報、差分閾値、および加工成否情報を取得する。設定情報蓄積部 32 は、加工成否情報と、差分閾値と、設定情報とを対応付けて記憶する。

【0047】

データ取得部 41 は、正常に加工された場合の設定情報を学習用データとして取得する（ステップ S101）。すなわち、データ取得部 41 は、設定情報のうち加工成否情報で加工が正常であったことが示されている設定情報を学習用データとして取得する。データ取得部 41 は、学習用データを、例えば、設定情報蓄積部 32 から取得し、モデル生成部 42 に送る。

【0048】

学習用データの設定情報には、例えば、プログラム番号、工具番号、補正情報（補正番号および補正值）が含まれている。なお、学習用データの設定情報に含まれる情報は、上述した情報に限られない。

10

20

30

40

50

【0049】

モデル生成部42は、学習用データを用いて学習済みモデルを生成し（ステップS102）、工作機械10に送る。具体的には、モデル生成部42は、正常に加工された場合のプログラム番号と、工具番号と、補正情報との組合せに基づいて作成される学習用データに基づいて、現在の加工処理が過去の加工処理と同じ加工処理であるか否かを学習する。すなわち、モデル生成部42は、工作機械10によって正常に加工された場合の設定情報から、現在の加工処理が過去の加工処理と同じ加工処理であるか否かを推論する学習済みモデルを生成する。

【0050】

なお、モデル生成部42は、複数の工作機械10に対して作成される学習用データに従って、現在の加工処理が過去の加工処理と同じ加工処理であるか否かを学習するようにしてもよい。また、モデル生成部42は、同一のエリアで使用される複数の工作機械10から学習用データを取得してもよいし、異なるエリアで独立して動作する複数の工作機械10から収集される学習用データを取得してもよい。モデル生成部42は、複数の工作機械10から学習用データを取得した場合も、1つの工作機械10から学習用データを取得した場合と同様の処理によって、現在の加工処理が過去の加工処理と同じ加工処理であるか否かを学習する。

【0051】

また、学習用データが収集される工作機械10が途中で収集対象に追加されてもよいし、収集対象から除外されてもよい。さらに、ある工作機械10に関して現在の加工処理が過去の加工処理と同じ加工処理であるか否かを学習した学習装置（データ取得部41およびモデル生成部42）を、これとは別の工作機械10に適用し、当該別の工作機械10に関して現在の加工処理が過去の加工処理と同じ加工処理であるか否かを再学習して学習済みモデルが更新されるようにしてもよい。工作機械10は、学習済みモデルを学習済みモデル記憶部21に格納しておく（ステップS103）。

【0052】

工作機械10において加工が開始される際には、オペレータ入力部11が、オペレータによって入力された現在の設定情報および差分閾値を受け付ける（ステップS104）。オペレータが、現在の設定情報および差分閾値をオペレータ入力部11に入力するタイミングは、例えば、加工プログラムがセットされたタイミング（サイクルスタート前）が考えられるが、このタイミングに限定されるものではない。差分閾値は、例えば、過去の補正值と現在の補正值とを比較した際の差分の許容値が考えられるが、この許容値に限定されるものではない。

【0053】

オペレータ入力部11は、受け付けた現在の設定情報および差分閾値をサーバ30に送る（ステップS105）。具体的には、オペレータ入力部11は、現在の設定情報を、加工プログラム動作部12を介して設定情報比較部33に送り、現在の設定情報に対応する差分閾値を異常検出部34に送る。これにより、サーバ30は、現在の設定情報および差分閾値を取得する（ステップS106）。

【0054】

また、オペレータ入力部11は、設定情報を、加工プログラム動作部12を介して加工推論部13に送る。加工推論部13は、現在の設定情報を加工プログラム動作部12から受け付けるとともに、学習済みモデルを学習済みモデル記憶部21から読み出す。加工推論部13は、現在の設定情報を学習済みモデルに入力することで、現在の加工処理（現在工作機械10に設定されている内容）と過去の加工処理（過去に工作機械10に設定されていた内容）とが、同一の加工処理であるか否かを判定する（ステップS107）。

【0055】

加工推論部13は、学習済みモデル記憶部21に記憶されている学習済みモデルを利用し、教師無し学習によって加工処理の同一性を推論する。すなわち、加工推論部13は、学習済みモデルにオペレータから入力された設定情報を入力することで、設定情報が何れ

10

20

30

40

50

のクラスタに属するかを推論する。換言すると、加工推論部 13 は、オペレータから入力された設定情報に対応する現在の加工処理が、過去の何れの加工処理に対応するか否かを推論する。

【0056】

なお、本実施の形態では、加工推論部 13 が、サーバ 30 のモデル生成部 42 が学習した学習済みモデルを用いて過去の加工処理と同じ加工処理であるかを推論する場合について説明したが、加工推論部 13 は、他の工作機械 10 等の外部から学習済みモデルを取得し、この学習済みモデルに基づいて過去の加工処理と同じ加工処理であるか否かを推論してもよい。

【0057】

また、本実施の形態では、推論装置である加工推論部 13 が工作機械 10 に配置されている場合について説明したが、推論装置は、例えば、ネットワークを介して工作機械 10 に接続された、この工作機械 10 とは別個の装置であってもよい。

【0058】

また、本実施の形態では、学習装置であるデータ取得部 41 およびモデル生成部 42 がサーバ 30 に配置されている場合について説明したが、学習装置は、工作機械 10 に内蔵されていてもよい。また、学習装置は、例えば、ネットワークを介してサーバ 30 に接続された、このサーバ 30 とは別個の装置であってもよい。さらに、学習装置および推論装置の両方が、サーバ 30 上に存在していてもよい。

【0059】

加工推論部 13 は、現在の加工処理と過去の加工処理とが同一の加工処理でないと判定した場合（ステップ S107、No）、この判定結果を表示制御部 22 に送る。表示制御部 22 は、現在の設定情報と過去の設定情報とを比較できないことを示す情報（比較不可の情報）を表示装置 23 に表示させる（ステップ S108）。これにより、工作機械 10 は、現在の補正值と過去の補正值との比較ができない旨をオペレータに通知することが可能となる。

【0060】

一方、加工推論部 13 は、現在の加工処理と過去の加工処理とが同一の加工処理であると判定した場合（ステップ S107、Yes）、現在の設定情報を、設定情報記憶部 14 に記憶させる。また、設定情報取得部 31 は、現在の設定情報を設定情報記憶部 14 から読み出して、設定情報蓄積部 32 に格納する。

【0061】

設定情報比較部 33 は、加工プログラム動作部 12 から、プログラム番号と、補正情報と、工具番号とが対応付けられた現在の設定情報を受け付ける。また、設定情報比較部 33 は、現在の設定情報に含まれるプログラム番号および工具番号と同じプログラム番号および工具番号を有した過去の補正情報を、設定情報蓄積部 32 から読み出す。

【0062】

設定情報比較部 33 は、現在の設定情報と、過去に蓄積された設定情報とを比較する（ステップ S109）。具体的には、設定情報比較部 33 は、現在の設定情報に含まれる補正情報の補正值と、過去の設定情報に含まれる補正情報の補正值とを比較する。

【0063】

なお、設定情報比較部 33 は、同一の工作機械 10 の間だけでなく、異なる工作機械 10 の間で設定情報の比較を実行してもよい。すなわち、設定情報比較部 33 は、現在の設定情報が設定されている工作機械 10 とは異なる別の工作機械 10 で過去に設定された設定情報と、現在の設定情報とを比較してもよい。

【0064】

設定情報比較部 33 は、現在の設定情報に含まれる補正情報の補正值と、過去の設定情報に含まれる補正情報の補正值との差分である補正值差分を算出し、補正值差分を異常検出部 34 に送る。

【0065】

10

20

30

40

50

異常検出部 3 4 は、設定情報比較部 3 3 から送られてくる補正值差分と、オペレータ入力部 1 1 から送られてくる差分閾値とに基づいて、現在の設定情報（補正值）が異常な値であるか否かを判定する（ステップ S 1 1 0）。

【 0 0 6 6 】

異常検出部 3 4 は、例えば、補正值差分が差分閾値以上である場合は、現在の補正值は設定異常であると判定し、補正值差分が差分閾値よりも小さい場合は、現在の補正值は正常な設定値であると判定する。また、異常検出部 3 4 は、例えば、補正值差分が、差分閾値の特定割合（例えば、半分）未満であれば正常と判定し、差分閾値の半分以上でかつ差分閾値よりも小さければ異常の可能性ありと判定し、差分閾値以上であれば、異常と判定することもできる。

10

【 0 0 6 7 】

異常検出部 3 4 は、現在の補正值が適切であると判定した場合（ステップ S 1 1 0、問題なし）、現在の補正值が適切であることを示す情報を表示制御部 2 2 に送る。これにより、表示制御部 2 2 は、補正值が適切であることを示す情報を表示装置 2 3 に表示させる。そして、工作機械 1 0 は、加工の開始指示を受け付け可能な状態、すなわちサイクルスタート指示を受け付け可能な状態となる。

【 0 0 6 8 】

一方、異常検出部 3 4 は、現在の補正值が不適切であると判定した場合（ステップ S 1 1 0、問題あり）、現在の補正值が不適切であることを示すアラームを表示制御部 2 2 に送る。

20

【 0 0 6 9 】

また、異常検出部 3 4 は、現在の補正值が不適切であると判定した場合、設定情報比較部 3 3 が比較に用いた過去の補正值（過去に蓄積された補正值）を、設定情報比較部 3 3 から取得する。異常検出部 3 4 は、取得した過去に蓄積された補正值に基づいて、再設定候補値を算出する（ステップ S 1 1 1）。

【 0 0 7 0 】

なお、異常検出部 3 4 が用いる過去に蓄積された補正值としては、同一の工作機械 1 0 で用いられた補正值に限らず、現在の補正值が設定されている工作機械 1 0 とは異なる別の工作機械 1 0 で用いられた補正值であってもよい。

【 0 0 7 1 】

異常検出部 3 4 は、決定した再設定候補値を表示制御部 2 2 に送る。異常検出部 3 4 は、例えば、過去に蓄積された補正值の平均値を再設定候補値として表示制御部 2 2 に送る。また、異常検出部 3 4 は、過去に蓄積された正常な補正值の範囲を再設定候補値として表示制御部 2 2 に送ってもよい。また、異常検出部 3 4 は、正常な補正值として使用された頻度を加味して、ヒストグラムで表した再設定候補値を表示制御部 2 2 に送ってもよい。すなわち、異常検出部 3 4 は、正常な補正值として使用された過去の補正值の使用頻度の情報が含まれるヒストグラムを、再設定候補値として表示制御部 2 2 に送ってもよい。

30

【 0 0 7 2 】

工作機械 1 0 の表示制御部 2 2 は、補正值が不適切であることを示すアラームと再設定候補値とを表示装置 2 3 に出力する（ステップ S 1 1 2）。これにより、表示装置 2 3 は、アラームおよび再設定候補値を表示装置 2 3 に表示させる。表示装置 2 3 は、再設定候補値を羅列表示してもよいし、ヒストグラムで表示してもよいし、最も使用回数が多い再設定候補値（最頻値）を表示してもよい。再設定候補値が表示された後、工作機械 1 0 は、オペレータから補正值を受け付け可能な状態となる。

40

【 0 0 7 3 】

オペレータ入力部 1 1 は、オペレータによって入力された補正值を受け付ける（ステップ S 1 1 3）。すなわち、オペレータ入力部 1 1 は、工作機械 1 0 で表示されたアラームおよび再設定候補値に基づいてオペレータが入力した問題解決（見直された補正值）を受け付ける。

【 0 0 7 4 】

50

なお、異常検出部 34 が、現在の補正值が不適切であると判定した場合であっても、工作機械 10 は、現在の補正值を用いてもよい。すなわち、工作機械 10 は、オペレータによって入力される修正された補正值を使用してもよいし、元の補正值をそのまま使用してもよい。工作機械 10 は、補正值を受け付けると、加工の開始指示を受け付け可能な状態、すなわちサイクルスタート指示を受け付け可能な状態となる。

【0075】

オペレータ入力部 11 は、オペレータによってサイクルスタート指示が入力されると、サイクルスタート指示を受け付ける（ステップ S114）。オペレータ入力部 11 は、例えば、加工の開始を指示するためのサイクルスタートボタンが押下されることで、サイクルスタート指示を受け付ける。これにより、工作機械 10 は、入力された補正值を用いて加工を開始（サイクルスタート）する（ステップ S115）。 10

【0076】

工作機械 10 が加工を完了すると、完成品の形状などが測定され、完成の成否が判定される。工作機械 10 は、成否の判定結果である加工成否情報を受け付けて、設定情報記憶部 14 に格納する。工作機械 10 は、設定情報と、加工成否情報とを対応付けて設定情報記憶部 14 に格納する。これにより、設定情報記憶部 14 に格納されている設定情報は過去の設定情報となる。

【0077】

設定情報取得部 31 は、設定情報記憶部 14 から過去の設定情報、差分閾値、および加工成否情報を読み出す。設定情報取得部 31 は、過去の設定情報、差分閾値、および加工成否情報を設定情報蓄積部 32 に格納する。これにより、過去の設定情報、差分閾値、および加工成否情報が設定情報蓄積部 32 で蓄積される。 20

【0078】

なお、設定情報取得部 31 は、現在の加工処理が実行される際に、現在の設定情報を設定情報蓄積部 32 に格納しておき、現在の加工処理が完了した後に、加工成否情報を設定情報蓄積部 32 に格納してもよい。この場合も、設定情報取得部 31 は、設定情報と差分閾値と加工成否情報とを対応付けて設定情報記憶部 14 に格納する。設定情報、差分閾値、および加工成否情報の設定情報記憶部 14 への格納は、特定の周期で定期的に行われてもよい。

【0079】

ここで、工作機械 10 およびサーバ 30 のハードウェア構成について説明する。なお、工作機械 10 およびサーバ 30 は、同様のハードウェア構成を有しているので、ここでは工作機械 10 のハードウェア構成について説明する。 30

【0080】

図 3 は、実施の形態にかかる工作機械を実現するハードウェア構成例を示す図である。工作機械 10 は、入力装置 300、プロセッサ 100、メモリ 200、出力装置 400、および表示装置 23 により実現することができる。プロセッサ 100 の例は、CPU（Central Processing Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSP（Digital Signal Processor）ともいう）またはシステム LSI（Large Scale Integration）である。メモリ 200 の例は、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）である。 40

【0081】

工作機械 10 は、プロセッサ 100 が、メモリ 200 で記憶されている工作機械 10 の動作を実行するための、コンピュータで実行可能な処理プログラムを読み出して実行することにより実現される。工作機械 10 の動作を実行するための処理プログラムは、工作機械 10 の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。

【0082】

工作機械 10 で実行される処理プログラムは、加工プログラム動作部 12、加工推論部 13、および表示制御部 22 を含むモジュール構成となっており、これらが主記憶装置上にロードされ、これらが主記憶装置上に生成される。 50

【0083】

工作機械10で実行される処理プログラムには、プログラム番号と、補正情報と、工具番号とを対応付けるプログラム、現在の加工処理と過去の加工処理とが同一の加工処理であるか否かを推論するプログラム、種々の情報を表示装置23に表示させるプログラムなどが含まれている。

【0084】

入力装置300は、オペレータから設定情報などを受け付けてプロセッサ100に送る。入力装置300が実行する処理は、オペレータ入力部11が実行する処理に対応している。

【0085】

メモリ200は、設定情報、差分閾値、加工成否情報、処理プログラムなどを記憶する。設定情報、差分閾値、加工成否情報、および処理プログラムは、プロセッサ100によってメモリ200から読み出される。また、メモリ200は、プロセッサ100が各種処理を実行する際の一時メモリに使用される。

【0086】

出力装置400が実行する処理は、工作機械10がサーバ30に情報を送信する処理に対応している。出力装置400は、サーバ30に設定情報などの種々の情報を送る。

【0087】

処理プログラムは、インストール可能な形式または実行可能な形式のファイルで、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記憶されてコンピュータプログラムプロダクトとして提供されてもよい。また、処理プログラムは、インターネットなどのネットワーク経由で工作機械10に提供されてもよい。なお、工作機械10の機能について、一部を専用回路などの専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。

【0088】

このように、本実施の形態の工作機械10は、現在の加工が過去の加工と同一か否かを判定し、同一である場合に、サーバ30が、現在の補正值が異常であるかを判定し、異常である場合は再設定候補値およびアラームを表示している。これにより、異常判定システム1は、加工の開始前に補正值の不良をオペレータに通知でき、加工不良の発生を見逃してしまうことを防止できる。

【0089】

また、異常判定システム1は、学習済みモデルを用いて現在の加工が過去の加工と同一か否かを判定するので、1つの工作機械10の補正值だけでなく、他の工作機械10の補正值を活用して、さらに精度の高い同一性の判定を実行できる。また、異常判定システム1は、他の工作機械10の補正值を用いて再設定候補値を算出するので、さらに精度の高い再設定候補値をオペレータに提供することができる。

【0090】

また、異常判定システム1は、例えば、補正值差分が差分閾値の半分以上でかつ差分閾値よりも小さい場合に異常の可能性ありと判定し、オペレータに通知している。これにより、異常判定システム1は、加工不良につながるか否かを自動的に判定することが難しい場合であっても、オペレータに注意を促すことができるので、加工不良の抑制に繋げることができる。

【0091】

また、異常判定システム1は、例えば、再設定候補値を羅列表示している。これにより、オペレータは、複数の再設定候補値を容易に把握することができ、複数の再設定候補値の中から適切な再設定候補値を容易に選択することが可能となる。

【0092】

また、異常判定システム1は、例えば、再設定候補値をヒストグラムで表示している。これにより、オペレータは、再設定候補値の傾向を容易に把握することができ、適切な再設定候補値を容易に選択することが可能となる。

10

20

30

40

50

【0093】

また、異常判定システム1は、例えば、再設定候補値の最頻値を表示している。これにより、再設定候補値の傾向を容易に把握することができ、適切な再設定候補値を容易に選択することが可能となる。

【0094】

異常判定システム1は、適切な再設定候補値が選択されることで、選択された適切な再設定候補値に対応する適切な補正值で工作機械10に加工を実行させることが可能となる。

【0095】

なお、本実施の形態の異常判定システム1では、加工推論部13が、現在の加工処理が、過去の加工処理と同一であるか否かを学習済みモデルを用いて推論したが、加工推論部13は、プログラム名、プログラム番号、工具番号などの比較結果に基づいて推論してもよい。この場合、推論するための装置の実装を容易にすることが可能となる。

【0096】

このように実施の形態の異常判定システム1は、工作機械10に設定されている現在の補正值と、過去に適切に加工が実行された際に設定されていた過去の補正值との差分に基づいて、現在の補正值の異常を検出している。そして、異常判定システム1は、異常を検出した場合には、現在の補正值が不適切であることを示す情報を表示装置23に表示させている。これにより、異常判定システム1は、不適切な補正值で補正される可能性を低減して加工を実行することができる。このように、異常判定システム1は、加工開始前に工具への設定の誤りを検知することができるので、加工不良を未然に防止することができる。

【0097】

以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

【符号の説明】

【0098】

1 異常判定システム、10 工作機械、11 オペレータ入力部、12 加工プログラム動作部、13 加工推論部、14 設定情報記憶部、21 学習済みモデル記憶部、22 表示制御部、23 表示装置、30 サーバ、31 設定情報取得部、32 設定情報蓄積部、33 設定情報比較部、34 異常検出部、41 データ取得部、42 モデル生成部、100 プロセッサ、200 メモリ、300 入力装置、400 出力装置。

10

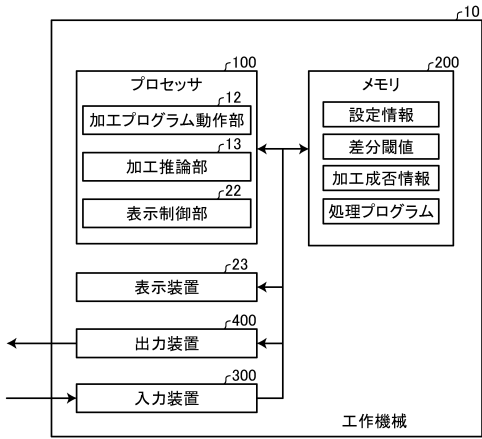
20

30

40

50

【図 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2021-015573 (JP, A)
 特開 2021-117847 (JP, A)
 特開 2020-035287 (JP, A)
 特開 2021-009480 (JP, A)
 特開 2019-086928 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G05B19/18-19/416
 G05B19/42-19/46