

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6629808号
(P6629808)

(45) 発行日 令和2年1月15日(2020.1.15)

(24) 登録日 令和1年12月13日(2019.12.13)

(51) Int.Cl.		F I			
G05B 19/4103	(2006.01)	G05B 19/4103		A	
B23Q 15/00	(2006.01)	B23Q 15/00		K	

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2017-193401 (P2017-193401)	(73) 特許権者	390008235 ファナック株式会社
(22) 出願日	平成29年10月3日 (2017.10.3)		山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地
(65) 公開番号	特開2019-67232 (P2019-67232A)	(74) 代理人	110001151 あいわ特許業務法人
(43) 公開日	平成31年4月25日 (2019.4.25)	(72) 発明者	小西 弘記 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 ファナック株式会社内
審査請求日	平成30年12月21日 (2018.12.21)	(72) 発明者	河村 宏之 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 ファナック株式会社内
		(72) 発明者	花岡 修 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 ファナック株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 数値制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の指令点から工具経路を作成する数値制御装置であって、
既存の指令点列を取得する指令点列取得部と、
前記既存の指令点列に基づいて、1以上の追加的な指令点を作成する指令点作成部と、
前記既存の指令点列及び前記追加的な指令点を補間して前記工具経路を作成する補間処理部とを有し、

前記指令点作成部は、

前記既存の指令点列のうち連続する3つの指令点P0、P1及びP2を通る円弧C1とP1及びP2の垂直二等分線との交点Q1を前記追加的な指令点として出力することを特徴とする

数値制御装置。

【請求項2】

前記指令点作成部は、

前記交点Q1と、前記既存の指令点列のうちP1、P2及びP2に隣接するP3を通る円弧C2とP1及びP2の垂直二等分線との交点Q2と、の中点を前記追加的な指令点として出力することを特徴とする

請求項1記載の数値制御装置。

【請求項3】

前記指令点作成部は、前記既存の指令点列のうち、指令点間の距離が所定値以上である

箇所、前記追加的な指令点を作成することを特徴とする

請求項 1 又は 2 記載の数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は数値制御装置に関し、特に指令点間を正確に補間することにより、ワーク加工面の品位を向上させることが可能な数値制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

金型等の加工用プログラムを作成する際、CAM (Computer aided manufacturing) は、CAD (Computer aided design) で作成された曲線 (以下、理想曲線。図 1 左図参照) を点列に変換する。これらの点を指令点と呼ぶ (図 1 中図参照)。理想曲線は指令点列に変換されることで、連続する複数の微小線分として表現され、指令点間の情報は失われる。CNC (Computerized numerical control) は、CAM が出力するこれらの微小線分に対しスムージングを行うことで、滑らかな曲線の工具経路を作成する (図 1 右図参照)。

【0003】

この際、図 2 左図に示すように、CAM が生成する指令点の密度が隣接パス (すなわち隣接する点列) と同じで揃っていれば、隣接パスとの加工面方向の高さの差 (以下、段差) は小さくなるため、図 2 右図に示すように、スムージング後の工具経路においても段差が生じにくい。一方、図 3 左図に示すように、CAM が生成する指令点の密度が隣接パス間で不揃いであると、隣接パスとの段差が大きくなり、図 3 右図に示すように、スムージング後の工具経路の段差も大きくなる。図 3 では、隣接パスとの段差が乱れた工具経路を破線で示している。工具経路の段差の乱れは、加工後のワーク表面の品位低下を招く。したがって、例えば高精度金型加工においては、隣接パス間の段差のばらつきを数 μm 以下に抑える必要がある。

【0004】

従来のスムージング機能は、指令点列に基づくスプライン曲線を出力するものが多い。スプライン曲線を使用すれば、1つのパスとしては滑らかな出力を得ることができる。しかし、図 4 に示すように、スプライン曲線は必ずしも基となる点列を含まない (すなわち点を含まない) ため、理想曲線を精度良く復元するものではない。例えば隣接パス間で指令点密度が異なると、復元される曲線の形状も異なることとなり、結果として隣接パスとの段差の乱れが発生することがある。

【0005】

このような問題に対処する技術として特許文献 1 及び特許文献 2 がある。特許文献 1 及び特許文献 2 はいずれも、複数の指令点に基づいて工具経路を生成する数値制御装置において、隣接する工具経路との段差を調整するために新たな指令点を挿入する技術を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2011-096077 号公報

【特許文献 2】特開 2000-353006 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献 1 及び特許文献 2 の手法では隣接するパスを参照しながら工具経路を修正する必要があり、処理が複雑である。

【0008】

一方、上述のようなスムージング機能の問題点を回避するため、スムージング機能を使

10

20

30

40

50

わずに、CAMトレランスを小さくし、指令点数を増やす手法がとられることもある。しかしながら、この手法は高い処理能力を必要とするため、高速処理が可能なCNCが必要になるという問題がある。

【0009】

本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであって、隣接パスを参照することなく、指令点間を高精度に補間することにより、ワーク加工面の品位を向上させることが可能な数値制御装置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】

【0010】

本発明の一実施の形態にかかる数値制御装置は、複数の指令点から工具経路を作成する数値制御装置であって、既存の指令点列を取得する指令点列取得部と、前記既存の指令点列に基づいて、1以上の追加的な指令点を作成する指令点作成部と、前記既存の指令点列及び前記追加的な指令点を補間して前記工具経路を作成する補間処理部とを有し、前記指令点作成部は、前記既存の指令点列のうち連続する3つの指令点P0、P1及びP2を通る円弧C1とP1及びP2の垂直二等分線との交点Q1を前記追加的な指令点として出力することを特徴とする。

10

本発明の一実施の形態にかかる数値制御装置は、前記指令点作成部は、前記交点Q1と、前記既存の指令点列のうちP1、P2及びP2に隣接するP3を通る円弧C2とP1及びP2の垂直二等分線との交点Q2と、の中点を前記追加的な指令点として出力することを特徴とする。

20

本発明の一実施の形態にかかる数値制御装置は、前記指令点作成部は、前記既存の指令点列のうち、指令点間の距離が所定値以上である箇所、前記追加的な指令点を作成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、隣接パスを参照することなく、指令点間を高精度に補間することにより、ワーク加工面の品位を向上させることが可能な数値制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

30

【図1】従来の工具経路の作成処理を示す図である。

【図2】従来の工具経路の作成処理における問題点を説明する図である。

【図3】従来の工具経路の作成処理における問題点を説明する図である。

【図4】従来の工具経路の作成処理における問題点を説明する図である。

【図5】数値制御装置100の構成を示すブロック図である。

【図6】補間処理部130による補間処理の一例を説明する図である。

【図7】指令点作成部120による指令点作成処理の一例を説明する図である。

【図8】指令点作成部120による指令点作成処理の一例を説明する図である。

【図9】指令点作成部120による指令点作成処理の一例を説明する図である。

【図10】指令点作成部120による指令点作成処理の一例を説明する図である。

40

【図11】本発明の一実施例における指令点作成処理の一例を説明する図である。

【図12】本発明の一実施例における補間処理の一例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図5は、本発明の実施の形態にかかる数値制御装置100の機能的な構成を示すブロック図である。数値制御装置100は、CAMが生成した指令点列を入力する指令点列取得部110、指令点列取得部110が取得した指令点列に基づいて、より高精度な補間を行うための追加的な指令点を作成する指令点作成部120、指令点列取得部110が取得した指令点及び指令点作成部120が作成した指令点の間を補間し、工具経路を作成する補間処理部130を有する。

50

【 0 0 1 4 】

典型的な数値制御装置 1 0 0 は、中央処理装置（CPU）、記憶装置及び入出力装置等を有し、記憶装置に格納されたプログラムを CPU が実行することにより、指令点列取得部 1 1 0、指令点作成部 1 2 0 及び補間処理部 1 3 0 を論理的に実現する。

【 0 0 1 5 】

このうち指令点列取得部 1 1 0 及び補間処理部 1 3 0 は公知技術を用いて実現できる。公知の補間処理部は、CAM が生成する指令点列を入力して、スプライン曲線などにより指令点間を補間し、工具経路を出力する。指令点間の補間は、スプライン曲線のほか直線（すなわち微小線分）、円弧、その他の曲線（高次の関数やベジェ曲線等）により行っても良い。本実施の形態における補間処理部 1 3 0 は、CAM が生成する指令点列に加え、指令点作成部 1 2 0 が生成した指令点に基づいて補間処理を行う点で公知技術とは異なるが、補完処理の手法自体は従来と同様である。

10

【 0 0 1 6 】

なお、公知の補間処理部が生成するスプライン曲線は、必ずしも点列上を通らない（すなわち点列を含まない）ものである場合があった。しかし、本実施の形態における補間処理部 1 3 0 は、点列を含むスプライン曲線、微小線分、円弧、その他の曲線であることが好ましい（図 6）。指令点作成部 1 2 0 は高精度に追加的な指令点を作成するため、これらの指令点を含むよう補間処理を行うほうが高精度に理想曲線を復元できる。

【 0 0 1 7 】

指令点作成部 1 2 0 は、本実施の形態における特徴的な処理部である。指令点作成部 1 2 0 は、隣接する 2 つの既存の指令点 P 1 及び指令点 P 2 の中間（典型的には垂直二等分線上）に、追加的な指令点 P X を作成する。指令点 P 1、P 2 を結ぶ直線から追加的な指令点 P X までの距離を乖離量 D と呼ぶ。

20

【 0 0 1 8 】

図 7 乃至図 1 0 を用いて、望ましい乖離量 D を有する追加的な指令点 P X を求める方法の一例を示す。追加的な指令点 P X は、理想曲線との距離が可能な限り小さいことが望ましい。理想曲線は、CAD 上で高次の関数やベジェ曲線を用いて作成されることが少なくない。しかし数点の連続する指令点に着目すれば、それら指令点を通る円弧と理想曲線との誤差は小さい。したがって本実施の形態では、数点の指令点を通る円弧上に追加的な指令点を設けることとする。

30

【 0 0 1 9 】

図 7 及び図 8 に示すように、指令点作成部 1 2 0 はまず、3 つの既存の指令点 P 0、P 1、P 2 を通る円弧 C 1 を求める。ここで指令点 P 0 は、指令点 P 1 に隣接する指令点であって、指令点 P 1 を中心として指令点 P 2 の反対側に位置する指令点である。円弧 C 1 は式 (1) により表される。

$$x^2 + y^2 + l x + m y + n = 0 \quad \cdot \cdot (1)$$

【 0 0 2 0 】

指令点作成部 1 2 0 は、式 (1) に 3 つの既存の指令点 P 0、P 1、P 2 の座標 (x 0、y 0)、(x 1、y 1)、(x 2、y 2) をそれぞれ代入して連立方程式を解くことにより、係数 l、m、n を求めることができる。

40

【 0 0 2 1 】

理想曲線の曲率が一定であれば、この方法で求めた円弧 C 1 上に追加的な指令点 P X を設けることができる。この場合、指令点作成部 1 2 0 は、円弧 C 1 と指令点 P 1、P 2 の垂直二等分線との交点 Q 1 を P X として算出できる。

【 0 0 2 2 】

一方、理想曲線の曲率が変化する場合は、曲率変化を考慮して追加的な指令点 P X を算出することが好ましい。図 9 及び図 1 0 を用いて、曲率変化を考慮した追加的な指令点 P X の算出方法の一例を示す。

【 0 0 2 3 】

図 9 に示すように、指令点作成部 1 2 0 は、3 つの既存の指令点 P 1、P 2、P 3 を通

50

る円弧 C 2 を求める。ここで指令点 P 3 は、指令点 P 2 隣接する指令点であって、指令点 P 2 を中心として指令点 P 1 の反対側に位置する指令点である。指令点作成部 1 2 0 は同様に、円弧 C 2 を表す式の係数を求める。

【 0 0 2 4 】

次いで、図 1 0 に示すように、指令点作成部 1 2 0 は、円弧 C 1 と指令点 P 1 , P 2 の垂直二等分線との交点 Q 1、及び円弧 C 2 と指令点 P 1 , P 2 の垂直二等分線との交点 Q 2 を算出する。そして Q 1 , Q 2 の中間点（典型的には中点）を、追加的な指令点 P X とし算出する。

【 0 0 2 5 】

本実施の形態によれば、指令点作成部 1 2 0 は、2 つの指令点 P 1 , P 2 の間に追加的な指令点 P X を挿入する。追加的な指令点 P X は、指令点 P 0 , P 1 , P 2 を通る円弧 C 1 上に設定され得る。より好ましくは、追加的な指令点 P X は、円弧 C 1 と、指令点 P 1 , P 2 , P 3 を通る円弧 C 2 との中間に設定され得る。補間処理部 1 3 0 は、既存の指令点 P 1 , P 2 等だけでなく、追加的な指令点 P X を用いて補間処理を行う。このように数値制御装置 1 0 0 は、隣接パスを参照することなく、指令点間を高精度に補間することにより、ワーク加工面の品位を向上させることが可能となる。

【 0 0 2 6 】

すなわち、指令点作成部 1 2 0 が指令点を高精度に増やすことで、補間処理部 1 3 0 は当初 C A D で作成された理想曲線に近い指令形状を復元することができる。これにより、スムージング処理後における隣接パス間の段差の乱れを軽減できる。

【 0 0 2 7 】

< 実施例 >

本実施の形態の一実施例について、図 1 1 及び図 1 2 を用いて説明する。

(1) 指令点列の取得

指令点列取得部 1 1 0 が、C A M が出力した指令点列 A 1 , A 2 , A 3 , A 4 , A 5 , A 6 の座標を取得する。図 1 1 において、これら既存の指令点は大円で示されている。

【 0 0 2 8 】

(2) 追加的な指令点の作成

指令点作成部 1 2 0 が、指令点列取得部 1 1 0 が取得した既存の指令点の間に、追加的な指令点 B 1 , B 2 , B 3 を新たに作成する。図 1 1 において、これら追加的な指令点は小円で示されている。

【 0 0 2 9 】

(追加的な指令点 B 1 の作成)

指令点作成部 1 2 0 は以下のステップ 1 乃至ステップ 5 の処理により、追加的な指令点 B 1 を作成できる。

ステップ 1 : 指令点作成部 1 2 0 は、指令点列のうち端点である A 1 と、A 1 に隣接する A 2 , A 2 に隣接する A 3 との 3 点を通る円弧 C 1 を定義する。C 1 は、上述の実施の形態で示したように、式 (1) と指令点 A 1 , A 2 , A 3 の座標から算出できる。

ステップ 2 : 指令点作成部 1 2 0 は、円弧 C 1 上にあって、かつ指令点 A 2 , A 3 の垂直二等分線上にある点 b 1 1 の座標を算出する。

ステップ 3 : 指令点作成部 1 2 0 は、ステップ 1 で着目した指令点列のうち端点である A 1 を除く A 2 及び A 3 と、A 3 に隣接する A 4 との 3 点を通る円弧 C 2 を定義する。

ステップ 4 : 指令点作成部 1 2 0 は、円弧 C 2 上にあって、かつステップ 2 で着目したのと同じ指令点 A 2 , A 3 の垂直二等分線上にある点 b 1 2 の座標を算出する。

ステップ 5 : 指令点作成部 1 2 0 は、b 1 1 と b 1 2 との中点 B 1 の座標を算出し、追加的な指令点として出力する。

【 0 0 3 0 】

(追加的な指令点 B 2 , B 3 の作成)

指令点作成部 1 2 0 は、着目する指令点列をずらしながら、上記ステップ 2 乃至ステップ 5 の処理を繰り返すことにより、追加的な指令点 B 2 , B 3 を作成できる。

10

20

30

40

50

ステップ6：指令点作成部120は、円弧C2上にあつて、かつ指令点A3，A4の垂直二等分線上にある点b21の座標を算出する。

ステップ7：指令点作成部120は、指令点列のうち連続するA3，A4，A5の3点を通る円弧C3を定義する。

ステップ8：指令点作成部120は、円弧C3上にあつて、かつステップ6で着目したのと同じ指令点A3，A4の垂直二等分線上にある点b22の座標を算出する。

ステップ9：指令点作成部120は、b21とb22との中点B2の座標を算出し、追加的な指令点として出力する。

【0031】

ステップ10：指令点作成部120は、円弧C3上にあつて、かつ指令点A4，A5の垂直二等分線上にある点b31の座標を算出する。

10

ステップ11：指令点作成部120は、指令点列のうち連続するA4，A5，A6の3点を通る円弧C4を定義する。

ステップ12：指令点作成部120は、円弧C4上にあつて、かつステップ10で着目したのと同じ指令点A4，A5の垂直二等分線上にある点b32の座標を算出する。

ステップ13：指令点作成部120は、b31とb32との中点B3の座標を算出し、追加的な指令点として出力する。

【0032】

(3)補間処理

補間処理部130は、既存の指令点及び追加的な指令点からなる点列A1，A2，B1，A3，B2，A4，B3，A5，A6上(又はその近傍)を順に通るスプライン曲線を算出し、工具経路として出力する(図12)。

20

【0033】

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又は実施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。

【0034】

例えば、上述の実施例では既存の指令点列の両端にあたる、A1とA2の間、及びA5とA6の間には追加的な指令点を作成できなかった。しかしながら、例えば円弧C1上にあつて、かつ指令点A1，A2の垂直二等分線上にある点、及び円弧C4上にあつて、かつ指令点A5，A6の垂直二等分線上にある点を追加的な指令点として出力しても構わない。

30

【0035】

また、指令点作成部120は、既存の指令点列のうち、指令点間の距離が所定値以上である箇所に、当該指令点間に追加的な指令点を作成することとしても良い。スムージング処理後における隣接パス間の段差の乱れが発生しやすいのは、指令点間の距離が長い位置であることが少なくないためである。これにより、効果性の高い箇所に絞って指令点を追加できるので、処理負荷を軽減しつつ高精度な補間を行うことができる。

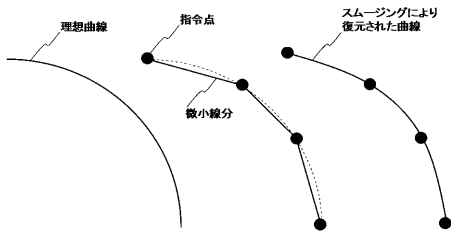
【符号の説明】

【0036】

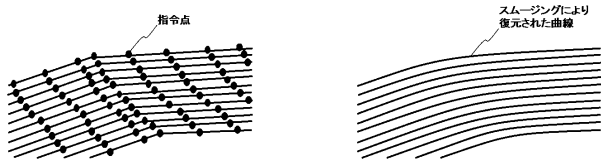
40

- 100 数値制御装置
- 110 指令点列取得部
- 120 指令点作成部
- 130 補間処理部

【図1】



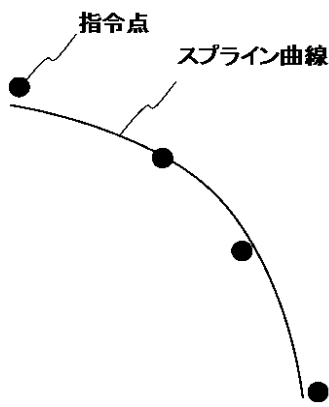
【図2】



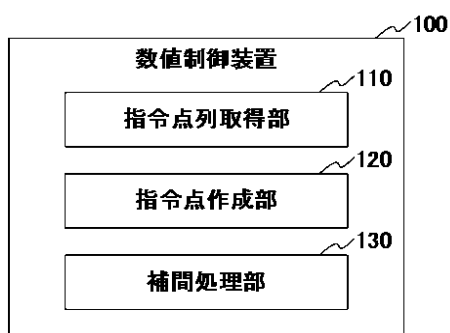
【図3】



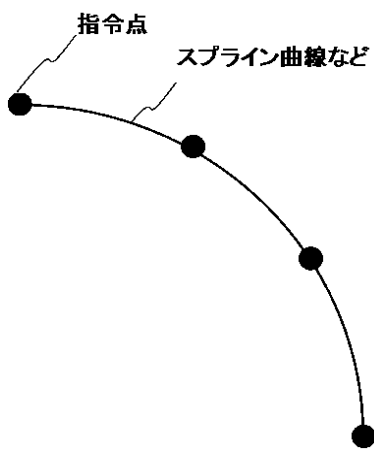
【図4】



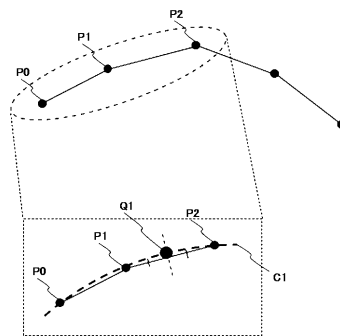
【図5】



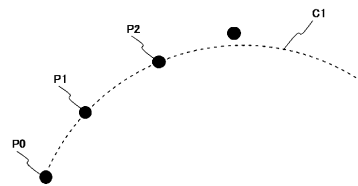
【図6】



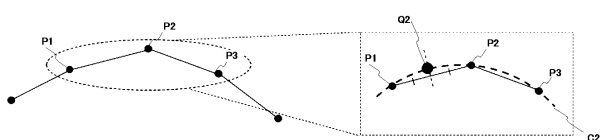
【図8】



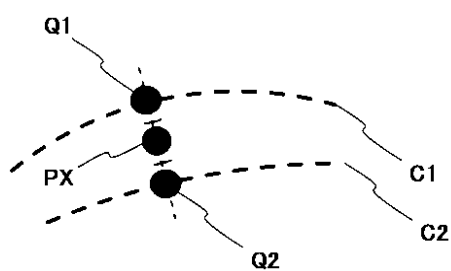
【図7】



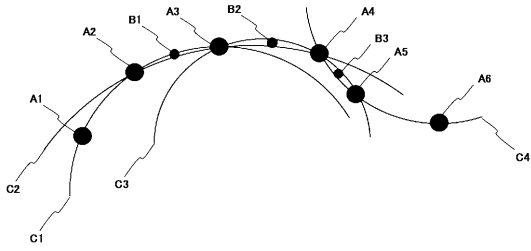
【図9】



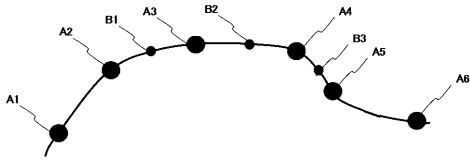
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

審査官 松浦 陽

- (56)参考文献 特開2001-117617(JP,A)
特開平06-075621(JP,A)
特開昭58-195208(JP,A)
特開平05-165514(JP,A)
特開平08-249036(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05B 19/18 - 19/416
B23Q 15/00