

氏 名	新 家 秀 規
学位の種類	博士 (工 学)
学位記番号	論工博第 3796 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	エンドミル加工の知能化に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 垣野義昭 教授 久保愛三 教授 吉村允孝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高速・高精度なマシニングセンタを熟練度の低いオペレータでも有効に使用できるようなシステムの開発をめざして、知能化工作機械によるエンドミル加工に必要な手法について研究を行ったものである。すなわち、まず知能化工作機械システムの基本的なコンセプトについて検討し、従来の幾何情報に加えて加工技術情報を併せ持つ固定サイクルのコンセプトを提案し、これを用いた場合にエンドミル加工に必要な各種の機能について検討している。また知能化工作機械システムの主要な構成ユニットである機械構造、オープンアーキテクチャー CNC、各種データベース、固定サイクルの構成と機能について研究した。さらに、これらの機能を実際の加工に適用してその妥当性を検証している。

本論文は、緒論、結論を含めて 9 章からなっている。

第 1 章は緒論であり、知能化工作機械システムの必要性を述べた後、それに関連する研究の現状を述べ、本研究の目的とその概要を述べている。

第 2 章では、まず知能化工作機械システムの基本的なコンセプトについて考察し、従来の位置、速度、電流のフィードバックループに加えて、加工プロセスの制御ループと良好に行われた加工結果をデータベースの更新に用いるという新しいコンセプトを提案し、さらにそれを上位系へ発展させた工程設計・作業設計を行う拡張コンセプトを用いてエンドミル加工の知能化を行う方法について考察している。

第 3 章では、幾何情報と加工技術情報を併せ持つ固定サイクルと代表的な加工フィーチャーの関係を明らかにした後、固定サイクル内の工具のパスパターンを定義し、切削抵抗を推定するための数学モデルを実測データを基にして構築し、切削抵抗が一定となる送り速度を算出するシステムを構築している。

第 4 章では、第 2 章で検討した結果に基づいて研究開発する知能化工作機械システムを具体化するためのシステム構成について、制御パラメータ変更機能、適応制御機能、データサンプリング／表示／記録機能、データベース機能、作業設計／工程設計機能などのソフトウェアとハードウェアの両面から考察している。

第 5 章では、主軸モータとサーボモータの電流値から高精度に切削抵抗をモニタリングする方法を提案し、この方法を用いて各固定サイクル内で行うフィードフォワード制御とフィードバック制御を用いた加工制御の具体的な方法を詳細に検討し、工具状態のモニタリングと制御、加工能率と加工精度の向上などに役立つことを実際に確かめている。

第 6 章では、固定サイクル内の作業設計、すなわち予め定められている工具パスパターンを用いて行う加工で使用する加工条件の最適化の手法について検討した後、各固定サイクルでおこなう作業設計の詳細な内容を検討し、各固定サイクルで使用する最適な工具の決定法について考察している。

第 7 章では、工程設計を適切に行うために、第 3 章で定義した固定サイクルに加工フィーチャーを最適に割り付けて、加工順序を決定する方法を提案するとともに、仕上がり形状から加工フィーチャーを自動的に抽出する方法について考察している。

第8章では、前章までに考察した結果に基づいて、ケーススタディとして実際の部品について、これらの研究開発した手法を用いて工程設計と実加工を行い、従来の工程設計法による加工結果と本研究で提案している手法を用いた工程設計による加工結果を比較し、本研究で提案している手法の妥当性を検証している。

第9章は、以上を要約した本論文の結論である。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高速・高精度なマシニングセンタを熟練度の低いオペレータでも有効に使用できるようなシステムの開発をめざして、知能化工作機械システムの開発とそのエンドミル加工への応用に関する方法について研究を行ったもので、得られた主な成果は次の通りである。

1. 従来の位置、速度、電流のフィードバックループに加えて、加工プロセスの制御ループと良好に行われた加工結果をデータベースにフィードバックするというコンセプトとさらにそれを上位系へ発展させた工程設計・作業設計を行う拡張コンセプトを提案し、これらのコンセプトに基づいた知能化工作機械システムを構築した。
2. エンドミル加工用の知能化固定サイクルのコンセプトを提案し、これを用いれば従来困難であったエンドミル加工の工程設計、作業設計、加工プロセス制御が比較的簡単に行えることを確認した。
3. 加工プロセス制御の知能化のための基本的なツールである内部センサーを用いた切削抵抗の推定法について、送りモータと主軸モータの電機子電流と切削関与角を用いて行う新しい方法を提案し、これによってかなり正確に切削抵抗がモニタリングできることを確かめた。
4. 切削抵抗をモニタリングして、工具損傷の抑制と防止、加工精度と加工能率の向上などをめざした各種の加工プロセス制御を行うシステムを構築し、それらが有効に機能することを確認した。
5. 構築した知能化工作機械システムを用いて実際にモールドベース部品の工程設計、作業設計を行い、得られた結果を用いて加工を行った。その結果を熟練したオペレータが行った工程設計結果にもとづいて加工した結果と比べて、十分匹敵できる結果が得られ、本システムが実際に非常に有効であることを確かめた。

以上要するに、本論文は知能化工作機械システムによるエンドミル加工について研究し、高速・高能率加工を安全に行う方法を提案しており、基礎のみならず応用の面からも多くの知見を得ており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の論文として価値あるものとして認める。また、平成16年2月18日論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。