

氏 名	佐 藤 智 典
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3735 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 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	知能化 NC 工作機械システムの開発と加工制御に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 垣 野 義 昭 教 授 松 久 寛 教 授 樫 木 哲 夫

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ドリル加工、タップ加工およびエンドミル加工に共通して必要な手法について研究を行ったものである。すなわち、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、スーパーバイザーなど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おり、緒論、結論を含めて9章からなっている。

第1章は緒論で、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について考察している。

第3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4章では、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ベースの切削抵抗推定法について、位置検出器の分解能などに起因する観測ノイズに対して悪影響を受けにくい並列型外乱オブザーバにより、トルク指令推定誤差を従来の直列型外乱オブザーバに比べて大幅に低減する方法を考案し、この方法を用いた種々の応用機能について考察している。

第5章では、実際に行われた加工結果を利用して行う加工データベースの学習方法およびそれに基づく制御方法について、ドリル加工の際の工作物硬さの変動、切りくずつまりといった加工プロセスの変動要因を考慮した加工プロセスモデルを作り、その係数を加工結果を用いて同定するシステムなどを構築している。

第6章では、工程設計、作業設計の知能化のためにモーション&プロセスコントロールパッケージとプロセスプランナを中核とする工程設計/作業設計システムのフレームワークを提案し、このフレームワークに基づき、加工フィーチャーとそれに対応する加工モデルを活用した一般的な設計、制御の方法について考察している。

第7章では、構築したシステムの有効性を検証するためのケーススタディの1つとしてドリル加工を取り上げ、第4章および第5章で構築した制御システムの有効性を実験により確認している。すなわち、浅穴のドリル加工において、工作物に硬さのばらつきが大きい場合に、加工データベースの学習とそれを用いた送り速度決定法を用いることにより加工能率を大幅に向上させる方法についてシミュレーションと実験により検証している。

第8章では、ケーススタディとしていくつかの加工フィーチャーから構成される部品である金型ベースブロック部品を取り上げ、第6章で考察したモーション&プロセスコントロールパッケージとプロセスプランナを中核とする工程設計/作業設計システムの有効性および学習制御を用いた場合の効果などについてシミュレーション解析により検証している。

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NC工作機械によるドリル加工、タップ加工およびエンドミル加工に共通して必要な手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. 知能化工作機械システムを具体化するために、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/工程設計機能などを開発した。
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ベースの切削抵抗推定法について、位置検出器の分解能などに起因する観測ノイズに対して悪影響を受けにくい並列型外乱オブザーバにより、トルク指令推定誤差を従来の直列型外乱オブザーバに比べて大幅に低減する方法を研究開発した。
4. 実際に行われた加工結果を利用して行う加工データベースの学習方法およびそれに基づく制御方法について、ドリル加工の際の工作物硬さの変動、切りくずつまりといった加工プロセスの変動要因を考慮した加工プロセスモデルを構築し、その妥当性を確かめた。
5. 工程設計、作業設計の知能化のためにモーション&プロセスコントロールパッケージとプロセスプランナを中核とする工程設計/作業設計システムのフレームワークを提案し、このフレームワークに基づき、加工フィーチャーとそれに対応する加工モデルを活用した一般的な設計、制御法を研究開発し、その妥当性を確かめた。

以上要するに、本論文は知能化NC機械システムについて研究し、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15年2月24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。