



Title	NCプログラムを必要としない自律型・知能型工作機械の開発
Author(s)	中本, 圭一
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44896">https://hdl.handle.net/11094/44896</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	中 本 圭 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 18287 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 1 月 31 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生産科学専攻
学 位 論 文 名	NC プログラムを必要としない自律型・知能型工作機械の開発
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 荒井 栄司 (副査) 教 授 竹内 芳美    神戸大学工学部機械工学科教授 白瀬 敬一

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、機械加工の自律化・知能化が依然として進まない要因を、工作機械による加工作業が予め生成された NC プログラムにのみ依存していることと捉え、NC プログラムを生成することなく、言い換えれば加工中に加工作業を決定しながら、自律的・知能的に機械加工が可能な工作機械の開発を目的としており、全 6 章で構成されている。

第 1 章では、本研究の背景と目的を述べ、また本研究に関連する研究分野における近年の動向についてまとめている。

第 2 章では、熟練技能者に強く依存している生産設計を自動化し、それを動的に行うため、工作機械の性能や保有工具を参照して直接 CAD モデルから動的に生産設計を行うことの出来る「フレキシブル生産設計システム」を開発し、ケーススタディにより加工作業の変動に柔軟に対応可能なことを検証している。

第 3 章では、加工状況を切削条件に反映させながら良好な加工を継続する自律的・知能的な機械加工の実現を目指して、従来の倣い加工に用いられていた倣い制御を利用し、インプロセスで工具経路を生成しながら切削条件を変更できる「仮想倣い加工システム」を開発している。また、「仮想倣い加工システム」で実際に工作機械を制御し、加工実験を行って生成された工具経路を検証している。

第 4 章では、自律的・知能的な機械加工を実現するために不可欠である、切削負荷の大小に応じて切削条件を修正するための「加工戦略アルゴリズム」を考案している。さらに、これを組み込んだ「仮想倣い加工システム」で実際に工作機械を制御し、加工状況を切削条件に反映する検証実験を行い、その結果を考察している。

第 5 章では、上述した各機能モジュールを統合することで実現した自律型・知能型工作機械により実証実験を行いその有効性を検証している。

第 6 章では、本研究により得られた成果をまとめている。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

現状の機械加工では、決定された切削条件から NC プログラムを生成する、NC プログラムに忠実に工作機械を制御するといった個々の機能の自動化は実現されてはいるが、機械加工において最も重要となる加工ノウハウに深く関

係する工程設計・作業設計は未だに熟練技能者に強く依存しているのが実情である。また工作機械に加工中の危険回避、加工トラブル後の対応といった機能が備わっていないために、加工現場に加工状況を判断し対応するための作業者が必要不可欠な存在となっている。

そこで本論文では、工作機械自らがその能力や保持工具を把握し適切に生産設計を行って自発的に加工を開始し、加工状況を的確に判断してその結果により切削条件を修正しながら良好な加工状況を保つという自律型・知能型工作機械を提案し、開発している。その成果を要約すると以下の通りである。

(a) 工作機械の性能や保有工具を参照して直接 CAD モデルから生産設計を行うことの出来る「フレキシブル生産設計システム」を開発している。またこれに関連し、「フレキシブル生産設計システム」の実現手法として、既往の研究では考慮されていない加工除去領域からの加工フィーチャの選択的な抽出・認識手法を考案し、それに基づいて認識された加工フィーチャの実例を示している。また、認識された加工フィーチャの情報から現有設備・加工内容を考慮して使用工具・切削条件を決定する手法についても実現している。

(b) 加工状況を切削条件に反映させながら良好な加工を継続する自律的・知能的な機械加工の実現を目指して、従来の倣い加工に用いられていた倣い制御を利用し、インプロセスで工具経路を生成しながら切削条件を変更できる「仮想倣い加工システム」を開発している。またこれに関連し、走査線加工モード・等高線加工モードそれぞれで、インプロセスでの切削条件変更手法についても開発している。

(c) 切削負荷の大小に応じて切削条件を修正するための「加工戦略アルゴリズム」を考案している。またこれに関連し、「加工戦略アルゴリズム」を組み込んだ上述の「仮想倣い加工システム」で実際に工作機械を制御し、加工状況を切削条件に反映する仕組みを構築している。

(d) 上述の「フレキシブル生産設計システム」と「仮想倣い加工システム」とを統合して、生産設計から一貫して行う機械加工及び切削トラブルに柔軟に対応できる機械加工の実証実験を行いその有効性を検証している。

以上のように、本論文は一貫して NC 工作機械の制御に用いられてきた NC プログラムを生成することなく生産設計を行い、加工状況をモニタリングすることで得られる情報を積極的に利用して、実時間で切削条件や工具経路の決定を行い、加工状況や加工トラブルに柔軟に対応することができる自律型・知能型工作機械を提案し、開発している。ここで提案された自律型・知能型工作機械により行われる機械加工は、事前に工具経路や切削条件を決定して加工を行う現状の NC プログラムありきの機械加工とは全く異なる。過去の常識に捕らわれず着想した、「NC プログラムを必要としない」新たな制御手法は、次世代の生産システムとして期待される自律分散型の生産システムにも適しており、その開発意義は極めて高い。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。