



Title	工作機械の自律化・知能化を目的としたヴァーチャルマシニングシミュレータの開発
Author(s)	成田, 浩久
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1534
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	成田 浩久
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17027 号
学位授与年月日	平成14年3月25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	工作機械の自律化・知能化を目的としたヴァーチャルマシニングシミュレータの開発
論文審査委員	(主査) 教授 荒井 栄司
	(副査) 教授 座古 勝 教授 三好 隆志 助教授 高野 直樹 助教授 白瀬 敬一

論文内容の要旨

本論文では、製品に対する要求を満たすと共に、工作機械の性能を十分に活用した加工を実現する自律型・知能型工作機械の概念とシステム構成を提案した。また、その実現に必要な加工工程を予測するシミュレータを開発し、提案した実時間工具経路生成手法と統合して自律加工の可能性を示した。本論文は全6章で構成されている。

第1章では、研究の背景と目的、本論文の構成について述べた。

第2章では、次世代の工作機械に求められる機能を明らかにし、4つの機能ブロック (Management、Prediction、Observation、Strategy) からなる自律型・知能型工作機械 (AIMac) の概念とシステム構成を提案した。また、各機能ブロックが果たすべき役割とブロックを構成する各モジュール間の情報の流れを明らかにした。

第3章では、パーソナルコンピュータ上でスクエアエンドミルの加工工程を予測するヴァーチャルマシニングシミュレータ (VMSim) について説明し、その構成要素である形状シミュレータと物理シミュレータについて述べた。このVMSimによりNCデータと工具・被削材情報・各種係数から加工中の瞬間切削力や加工誤差を推定できるようになった。さらにVMSimの予測情報を用い、加工に対する要求を満たすように送り速度を修正する方法を示し、加工実験を行って、その有効性を確認した。

第4章では、加工面を格子分割して、矛盾なく加工格子を連続して除去できるようなアルゴリズムの提案を行い、インプロセス工具経路生成システム (IP_TPG) について説明した。このシステムにより、荒加工用の等高線と走査線の工具経路を実時間で生成できるようになった。また加工トラブルに対しては、工具経路を柔軟に修正し、矛盾することなく続けて加工を行う方法について述べた。

第5章では、開発したVMSimとIP_TPGを統合して実際に加工実験を行った。その結果、実時間で加工状態を予測し、加工と並行して加工指令を生成できることを確認し、自律加工の可能性を示した。

第6章では、各章で得られた結論を総括すると共に、今後の課題と展望について述べた。

論文審査の結果の要旨

現在の工作機械による加工は、予め作成されたNCプログラムに基づいて行われている。しかしこの方式では、加

工状況やびびり振動などの加工トラブルに柔軟に対応しながら、切削条件を決定するような自律的で知的な加工を行うことができない。そこで本論文では、現在の加工方式が加工の知能化を遅らせている原因と捉え、被削材と製品モデルから自ら考えて、加工状況に応じた切削条件の決定を行うことができる自律型・知能型工作機械を提案している。また、その実現に必要な加工工程を予測するシミュレータの開発と、実時間で工具経路を生成するアルゴリズムの提案を行って、自律加工を試みている。その成果を要約すると以下の通りである。

- ・現状の問題点から、今後工作機械に求められる機能を明らかにし、4つの機能ブロック（Management、Prediction、Observation、Strategy）からなる自律型・知能型工作機械 AIMac の概念とシステム構成を提案している。
- ・知能化を行うためには欠かせない、加工工程を予測するヴァーチャルマシニングシミュレータ（VMSim）の開発を行い、その予測情報に基づいて、加工に対する要求を満たすように送り速度を修正する方法を示し、加工実験を行って、その有効性を示している。
- ・加工状況や加工トラブルに対応できる自律的な加工を行うために必要な、実時間工具経路生成手法の提案を行うと共に、加工トラブルに対しては、工具経路を柔軟に修正し、矛盾することなく続けて加工を行う方法を提案し、インプロセス工具経路生成システム（IP_TPG）を開発している。
- ・開発した VMSim と IP_TPG を統合して、実時間で加工状態を予測しながら、加工と並行して加工指令を生成できることを実験によって確認し、自律加工の可能性を示している。

以上のように、本論文は製品に対する要求を満たすと共に、工作機械の性能を十分に活用した加工を実現するために、予測情報や計測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・知能型工作機械の提案とその可能性について示している。ここで提案された自律型・知能型工作機械は、事前に工具経路や切削条件を決定して加工を行う既存の NC 工作機械とは全く異なる考え方である。また、このような工作機械は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。