

データ共有により加工精度と生産性を向上する  
統合 CNC システムの開発

2020 年度

須 藤 雅 子

# 主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	甲 第 号	氏 名	須藤 雅子
<p>主 論 文 題 名 :</p> <p>データ共有により加工精度と生産性を向上する統合 CNC システムの開発</p>			
<p>コンピュータ数値制御 (CNC: Computerized numerical control) は、高速・高精度に工作機械を制御する技術であり、そのための NC プログラムは、制御点の補間を基礎として記述されている。同プログラムに含まれる情報が限られているため、形状により必要精度を確保できない問題がある。また、NC プログラムおよび加工条件は、生産現場のオペレータの経験や知見から修正されるとともに、加工結果を基に改良されている。現状の生産システムでは、それらの修正・改良情報を共有する仕組みがないため、オペレータの経験・知見が継承されない、あるいは、改良情報が次の加工に反映されていない問題がある。これらの問題に対し、本論文では、構造化データモデルに基づく共有データベースを活用する統合 CNC システムを開発した。共有データベースに CAD データを含ませることにより、設計形状データを直接利用することを可能とし、要求形状の推論をすることなく、高精度な加工を実現する工具経路の生成を可能とした。また、共有データベースにオペレータの経験・知見、および、加工結果に基づく加工技術情報を自動蓄積し、誰でも活用できるシステムを開発することにより、生産性を向上した。</p> <p>第1章では、本研究の背景と課題について概説した。</p> <p>第2章では、制御方式がコンピュータ化されることにより、制御の高精度化や知能化が達成されてきた技術的発展について概説した。</p> <p>第3章では、統合 CNC システムの基本構造となる共有データベースを構築する構造化データモデルについて述べた。構造化データモデルは、国際標準 STEP の NC データモデルを拡張することにより、設計情報、加工指令情報、加工技術情報の共有を実現した。本研究で独自に開発した加工指令情報は、その生成において、他のシステム情報を利用できることを可能とした。加工技術情報は、実加工結果より得られる加工改良情報の再利用を実現した。共有データベースにより、加工プロセス間での情報の欠損を最小化し、共有した情報を有効活用できた。</p> <p>第4章では、共有データベースにおける CAD の設計形状データを活用する方法について述べた。加工指令情報を拡張した設計形状の特徴点情報から、幾何学的に特徴部の工具軌跡を制御することにより、従来、速度制御に起因して発生していた加工誤差を必要精度以下にすることができた。また、自由曲面形状の加工においては、設計形状データを活用することにより、隣接する工具経路において制御点を整列させることが可能となり、面品質を向上できた。</p> <p>第5章では、実加工で得られた振動などの機械データと機械オペレータの経験・知見を、共有データベースに蓄積して再活用することについて述べた。評価指標に基づき提示される加工条件を選択することで、未熟練オペレータでも熟練オペレータと同等あるいはそれ以上の加工効率を達成できた。</p> <p>第6章では、結論として各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果を要約した。</p>			

Thesis Abstract

No. \_\_\_\_\_

Registration Number	<input type="checkbox"/> "KOU" No.	*Office use only	Name	SUDO, Masako
---------------------	------------------------------------	------------------	------	--------------

Thesis Title

Development of Integrated CNC System for High Precision Machining and High Productivity by Sharing Data

Computerized numerical control (CNC) is a technology for controlling machine tools with high speed and high accuracy. For highly accurate shape machining, a CNC system infers the required shape based on an NC program and generates tool paths. The tool paths generated through inference sometimes have problems in maintaining shape accuracy and surface quality. NC programs and machining conditions are improved at production sites. However, current production systems do not have a mechanism to share such information so that operator experience and knowledge are not inherited, and the improved data are not reflected in the next processing.

To solve these problems, an integrated CNC system with a shared database based on a structured data models was developed. By directly using the CAD data in the shared database, it was possible to generate tool paths that achieve high-precision machining without inferring the required shape. Productivity was improved by developing a system that could automatically accumulate and use experience and knowledge of skilled operators and machining information generated based on machining results in the shared database.

Chapter 1 outlines the background and challenges of this research.

Chapter 2 summarizes the technological development that has resulted in high precision control and intelligence by computerizing numerical control.

Chapter 3 describes data models that are the basic structure of the shared database. The data model extends the STEP-NC data model and shares design information, machining commands, and machining information. The shared database enabled to effectively utilize the shared information by minimizing the loss of information between production processes.

Chapter 4 describes the utilization of CAD shape information in the shared database. Tool trajectories were controlled based on characteristic shape information from CAD; thus, the tool path error due to speed control was reduced. By using the design shape information, the control points of adjacent toolpaths on free-form surfaces were aligned; thus, surface quality was improved.

Chapter 5 describes the collection and reuse of machining data based on vibration data during actual machining and knowledge of machining operators in the shared database. By selecting the machining conditions based on an evaluation index, an unskilled operator was able to achieve machining efficiency equal to or higher than that of an expert.

Chapter 6 summarizes the results of this study.