HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	加工データの継続的蓄積とデータ解析による作業設計［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	猪狩, 真二
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第11308号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55584
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Shinji_Igari_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（情報科学）　氏名　猪狩　真二

学 位 論 文 題 名

加工データの継続的蓄積とデータ解析による作業設計
（Continuous collection of machining data and operation planning based on data analysis）

昨今の製造業では, 製品製造の高品質化, 迅速化, 低コスト化, 低環境負荷化がますます重要となっている. それらを実現するために, 製品製造の中心となる製品加工作業においては加工技術の改善が続けられている. 現状の加工作業において, 工作機械を運用するための作業設計は経験的な知識を要することから熟練技術者が担っており, 熟練技術者によって加工作業の継続的な改善がなされている. しかし, 熟練技術者に依存する作業設計では, 業務が集中するなど熟練技術者に対する負担が大きく, 作業設計技術の属人化により技術喪失のリスクも高い. そのため, 技術者の負担軽減や技術保存等の観点から作業設計を支援する技術が求められている.

従来の作業設計に関する研究では,IF-THEN ルールなどで表現された加工知識を蓄積する知識ベースを用い, エキスパートシステムとして作業設計システムが開発されてきた. しかし, 知識ベースの構築において, 技術者の知識明示化が困難であることや, 構築作業の負担が大きいことから, 知識ベースの適用範囲は限定的となり, 一度構築されると更新されないといった問題がある. 一方で, 加工実験により得られた加工情報を解析し, 最適化手法に基づき切削条件等を決定する手法が提案されているが, 様々な加工作業を想定して加工実験を継続的に実施することは困難であるといった問題がある. 作業設計システムを継続的に更新するためには, 加工情報源として工作機械動作指令 (NC データ) が有望であり,NC データを解析することで加工形状などの加工情報を抽出する手法が提案されているが,NC データ作成者の意図した加工情報が導出されないといった問題が残されている.

そこで本研究では, 技術者の負担軽減や技術保存を実現する作業設計支援技術の確立を目的とし,NC データ解析に基づく加工データベース更新機能および加工データベースに対するデータ解析に基づく自動作業設計機能を持つ 2.5 次元フライス加工用作業設計システムを提案した.NC データ解析では, 工具運動や工具形状の特徴分類に基づき加工プロセスモデルを導出し,NC データ作成者が意図したとおりの加工情報を導出する. データ解析による自動作業設計では, 決定木および回帰木に基づき, 加工作業に共通性のある加工データを分類し, 分類条件となる加工形状, 素材, 工程を判別することで, 工具, 工具動作, 切削条件決定用の IF-THEN ルールおよび回帰式として作業設計アルゴリズムを作成する. また, 加工作業環境の現状に応じた作業設計アルゴリズムを作成するために, 製品仕様やデータの新しさ, 加工の観点などに基づき適切な加工データを選択する手法を提案した. 提案する各手法に対し,NC データ解析による加工情報導出, 加工データベースからのデータ選択および作業設計アルゴリズム作成, 作業設計の実行例を示し, 提案する作業設計システムの有効性を検証した. 以下に本論文の構成について述べる.

第 1 章では, 技術者の負担軽減や技術保存等の観点から作業設計の必要性について述べた. また, 作業設計支援技術の現状について述べ, 加工現場の実状を反映した有効な自動作業設計の実現のための課題を明らかにし, それに対する解決策を提案した.

第 2 章では, 作業設計に関する研究を調査し, 作業設計システムにおける問題として, 特定の加工作

業環境に合わせた継続的なシステム更新が困難であるということを挙げ, 技術者による特別な作業を必要とせずに, 日々の加工作業から加工情報を継続獲得する仕組みが必要であることを明らかにした.

第 3 章では, 作業設計システムを継続更新するための加工情報源として,NC データから技術者が決定した加工作業情報を導出できると考え,NC データから ISO 14649 に基づく加工情報を導出することで加工データベースを自動更新するという基本的な考え方を提案した. また, 加工データベースに蓄積される加工作業情報を解析することで, 作業設計アルゴリズムが作成できると考え, データ解析手法を応用し, 加工データベースから作業設計アルゴリズムを自動作成するという基本的な考え方を提案した.

第 4 章では,NC データ解析に基づき加工データベースを自動作成・更新するために, 工具経路の幾何的な特徴に基づく工具経路分割手法, 加工プロセスモデルに基づく NC データ解析による加工形状特徴導出手法, 加工プロセスモデル間の幾何関係に基づく荒・仕上げ加工オペレーション識別手法, 工具運動の特徴分類に基づく工具動作導出手法を提案した. そして,NC データ解析の実行例により,ISO 14649 に基づく加工情報が適切に導出されることを示し, 提案した加工データベース作成・更新手法の有効性を示した.

第 5 章では, 加工データベースからデータベース指向作業設計アルゴリズムを自動作成するために, 決定木に基づき加工データベースから作業情報非数値属性決定用 IF-THEN ルールを作成する手法と, 回帰木に基づき加工データベースから作業情報数値属性決定用 IF-THEN ルールおよび回帰式を作成する手法を提案した. そして, 加工データベースからの作業設計アルゴリズム作成および作業設計の実行例により, データベースに従った自動作業設計が可能であることを示し, 提案した作業設計アルゴリズム作成手法の有効性を示した. また, 異なるコンテンツの加工データベースからそれぞれ独自のアルゴリズムが作成され, 各々のデータベースに従った作業設計が実行できることを実行例により示し, 加工環境ごとに独自の作業設計システムを構築・更新するために有効であることを示した.

第 6 章では, 製品仕様やデータ作成日時, 加工において重視する観点の違いなどから, データベース中では同一の加工形状, 素材, 工程に対して異なる加工作業を含むデータが混在し得るため, 加工作業環境の現状に応じた作業設計アルゴリズムを作成するためには適切な加工データを選択する必要があることを示した. 製品仕様に応じた作業設計アルゴリズムを作成するために, 製品仕様および加工物測定結果に基づく加工データ選択手法を提案し, データ選択および選択されたデータに基づく作業設計の実行例を示し, 製品仕様を満たす作業設計結果が得られることを示した. また, 生産の要求および現状の加工作業環境に応じた作業設計アルゴリズムを作成するために, 加工観点およびデータの新しさに基づく加工データ選択手法を提案し, データ選択および選択されたデータに基づく作業設計の実行例を示し, 加工観点およびデータの新しさに従った作業設計結果が得られることを示した.

第 7 章では, 結論として本研究において得られた成果をまとめ, 本研究の新規性, 学術的有効性, 産業的有効性を明らかにした. 最後に, 今後の研究課題と展望について述べた.

最後に要約すると, 本論文は,NC データ解析に基づき加工データを継続的に蓄積し, データ解析によってデータベースに従った作業設計を行うことが実現可能であることを明らかにした.