

学位論文題名

工具ライフサイクルサポートのための
EXPRESS 工具情報モデルに関する研究

学位論文内容の要旨

近年、省資源、環境保全等に関する諸問題は生産活動においても例外ではなく、製品の研究開発・設計の段階から生産、流通、使用、廃棄等、製品ライフサイクルの一連の流れにおける各段階における環境負荷を低減するよう配慮する必要がある。さらに国内生産はもとより、海外に生産拠点を移し、生産活動のグローバル化が進んでいる。その結果、機械製造業は海外進出、地方への工場分散の状況にある一方で、迅速な製品開発・製造と製品の品質及びコスト低減が求められている。従来の生産システムは多種多様な切削工具を装着した工具マガジンを具備した MC による柔軟で適応性の高い加工システムでこれらの要求に対応しようとした。しかし利用効率の低い切削工具も装着することから工具の本数は膨大になり、省資源、コスト低減の点からも問題とされていた。そこで「工具の共有化」、「工具組立作業の自動化」による工具利用効率の向上、「工具情報の一元管理」、「工具再生作業の自動化」による工具の有効利用、「工具履歴情報フィードバック」による製品精度の向上を目的とした工具管理が望まれている。

これらの目的を達成するためには、その工具のライフサイクル全般に渡る一元的な管理と効率的運用を支援する工具データベースが必要である。工具データベースは工具メーカーからのカタログ情報、CAM からの工具運用計画、加工、工具搬送の履歴情報、工具再生情報など様々な情報を、工具が廃棄されるまで管理・保存しなければならない。また工具管理システムは工具情報を統合管理する一方で、加工システム、工具管理の各プロセスでは特化したデータベースを各専門分野の下で管理、運用する必要があり、工具データベースはそのインターフェースとして重要な役割をもつ。

このような工具データベースに対する要求を満足させるために、本研究では工具ライフサイクルの管理・運用をサポートし、工具情報の統合と分散管理を実現する工具データベースの構築と運用を目的として、対象指向モデリング技術を利用した工具データベース設計と実装方法を提案し、具体例に適用して提案する工具データベースの検証を行う。

現在、対象指向製品モデリングのための規格である ISO10303 STEP を利用した情報モデル化技法によるデータベースを設計、構築する技術が注目されている。本研究ではこの STEP 技術を基本にデータベースを構築する。工具データベース開発手順は、始めに工具ライフサイクルのプロセスと情報の流れを IDEF0 で表現するアクティビティモデルに

より分析し、工具利用の観点から見た工具情報モデルの構造やその属性情報について検討する。次に工具情報モデルを対象指向言語 EXPRESS で記述し、その構造を EXPRESS-G で図式表記する。提案する工具情報モデルを EXPRESS 工具情報モデルと呼び、工具データベース設計の基準となる。

本論文では、始めに工具ライフサイクルのプロセスを工具利用の観点から準備、運用、再生の3つに分類してアクティビティモデルを構築し、プロセスに必要な情報と情報の流れを分析する。それに基づき EXPRESS 工具情報モデルを構築し、工具データベースを設計する。次に設計したデータベースを検証するための以下に述べる実装と運用方法を行った。

工具準備プロセスでは工具選択のための切削工具のカatalog情報を記述する切れ刃モデル、工具組立状態を表現する組立、部品構成モデルからなる工具準備モデルを提案した。

このモデルに基づいた工具準備データベースの実装と検証を行うため、インターネットの環境下にある工具管理システムを前提とした分散工具データベースの構築方法および管理運用方法について検討し、STEP データベース開発支援ツールを用いて工具データベースの構築と運用を試みた。この結果、EXPRESS-X 言語で記述したマッピングモデルに基づいて統合工具データベースから分散工具データベースを生成、そのデータベースをXML 記述により工具情報の一元管理と各プロセスの分散管理を実現し、同時に工具準備データベースの有効性が確認できた。

工具運用プロセスでは各工作機械が必要とする各工具タイプに対して適当な工具インスタンスの存在を確認し、その工具インスタンスが該当加工作業に十分耐えられることを確認して、必要とする時間にその工具インスタンスを該当工作機械に提供することを目的とした工具運用計画モデルを提案した。このモデルに基づいた工具運用データベースの実装と検証を行うため、工具ジャストインタイム供給システム（工具 JIT）を可能とするための工具運用計画方法の検討と工具データベースを実装した工具 JIT 運用パイロットシステムの開発を行い、工具データベースの構築と運用シミュレーションを試みた。この結果、工具の共有化による工具使用本数の減少が確認でき、同時に工具運用データベースの有効性が確認できた。

工具履歴管理、再生プロセスでは搬送、加工条件、加工機械、摩耗量、寿命時間などの工具履歴、再生回数、チップ交換回数など工具再生に関する工具情報モデルを提案した。工具履歴・再生情報は運用、再生プロセスにより生成、変更、削除される動的な情報で、この情報を動的モデルとして扱い、EXPRESS-C 言語を用いて記述した。さらにそのモデルの挙動を表現することにより工具履歴・再生に関する EXPRESS 工具情報モデルを検証する方法を提案した。

以上のことより、工具ライフサイクル全般に渡る工具情報の管理運用を支援する工具データベース構築方法の有効性が確認できた。

学位論文審査の要旨

主 査	教 授	岸 浪 建 史
副 査	教 授	島 公 脩
副 査	教 授	土 谷 武 士
副 査	教 授	田 中 讓

学 位 論 文 題 名

工具ライフサイクルサポートのための EXPRESS 工具情報モデルに関する研究

近年、省資源、環境保全等に関する諸問題は生産活動においても例外ではなく、製品の研究開発・設計の段階から生産、流通、使用、廃棄等、製品ライフサイクルの一連の流れにおける各段階における環境負荷を低減するよう配慮する必要がある。さらに国内生産はもとより、海外に生産拠点を移し、生産活動のグローバル化が進んでいる。その結果、機械製造業は海外進出、地方への工場分散の状況にある一方で、迅速な製品開発・製造と製品の品質及びコスト低減が求められている。従来、生産システムは多種多様な切削工具を装着した工具マガジンを具備した MC による柔軟で適応性の高い加工システムでこれらの要求に対応しようとした。しかし利用効率の低い切削工具も装着することから工具の本数は膨大になり、省資源、コスト低減の点からも問題とされていた。そこで「工具の共有化」、「工具組立作業の自動化」による工具利用効率の向上、「工具情報の一元管理」、「工具再生作業の自動化」による工具の有効利用、「工具履歴情報フィードバック」による製品精度の向上を目的とした工具管理が望まれている。

これらの目的を達成するためには、その工具のライフサイクル全般に渡る一元的な管理と効率的運用を支援する工具データベースが必要である。工具データベースは工具メーカーからのカタログ情報、CAM からの工具運用計画、加工、工具搬送の履歴情報、工具再生情報など様々な情報を、工具が廃棄されるまで管理・保存しなければならない。また工具管理システムは工具情報を統合管理する一方で、加工システム、工具管理の各プロセスでは特化したデータベースを各専門分野の下で管理、運用する必要があり、工具データベースはそのインターフェースとして重要な役割をもっている。

このような工具データベースに対する要求を満足させるために、本研究では工具ライフサイクルの管理・運用をサポートし、工具情報の統合と分散管理を実現する工具データベースの構築と運用を目的として、対象指向モデリング技術を利用した工具データベース設計と実装方法を提案し、具体例に適用して提案する工具データベースの検証を行っている。

データベースの設計、構築する技術として対象指向製品モデリングのための規格である ISO10303 STEP を利用した情報モデル化技法が注目されている。本研究ではこの STEP 技術を基本に工具データベースの構築手順を明らかにしている。工具データベース開発手順は、始めに工具ライフサイクルのプロセスと情報の流れを IDEF0 で表現するアクティビティモデルにより分析し、工具利用の観点から見た工具情報モデルの構造やその属性情報について検討している。次に工具情報モデルを対象指向言語 EXPRESS で記述し、その構造を EXPRESS-G で図式表記している。提案する工具情報モデルを EXPRESS 工具情報モデルと呼び、工具データベース設計の基準を独自に提案している。

本論文では、始めに工具ライフサイクルのプロセスを工具利用の観点から準備、運用、再生の3つに分類してアクティビティモデルを構築し、プロセスに必要な情報と情報の流れを分析している。それに基づき EXPRESS 工具情報モデルを構築し、工具データベースを設計し、データベースを検証するため以下に述べる実装方法を提案している。

工具準備プロセスにおける工具選択のための切削工具のカatalog情報を記述する切れ刃モデル、工具組立状態を表現する工具組立モデル、および部品を管理するための部品構成モデルからなる工具準備モデルを提案している。このモデルに基づいた工具準備データベースの実装と検証を行うため、インターネットの環境下にある工具管理システムを前提とした分散工具データベースの構築方法および管理運用方法について検討し、STEP データベース開発支援ツールを用いて工具データベースの構築と運用を試みている。この結果、EXPRESS-X 言語で記述したマッピングモデルに基づいて統合工具データベースから分散工具データベースを生成、そのデータベースを XML 記述により工具情報の一元管理と各プロセスの分散管理を実現し、同時に、その有効性が確認している。

工具運用プロセスでは各工作機械が必要とする各工具タイプに対して適当な工具インスタンスの存在を確認し、その工具インスタンスが該当加工作業に十分耐えられることを確認し、必要とする時間にその工具インスタンスを該当工作機械に提供することを目的とした工具運用計画モデルを提案している。このモデルに基づいた工具運用データベースの実装と検証を行うため、工具ジャストインタイム供給システム（工具 JIT）を可能とするための工具運用計画方法の検討と工具データベースを実装した工具 JIT 運用パイロットシステムの開発を行い、工具データベースの構築と運用シミュレーションの開発を行っている。この結果、工具の共有化による工具使用本数の減少が確認でき、同時に工具運用データベースの有効性を確認している。

工具履歴管理、再生プロセスでは搬送、加工条件、加工機械、摩耗量、寿命時間などの工具履歴、再生回数、チップ交換回数など工具再生に関する工具情報モデルを提案している。工具履歴・再生情報は運用、再生プロセスにより生成、変更、削除される動的な情報で、この情報を動的モデルとして扱い、EXPRESS-C 言語を用いて記述している。さらにそのモデルの挙動を表現することにより工具履歴・再生に関する EXPRESS 工具情報モデルを検証する方法を提案している。

以上のことより、工具ライフサイクル全般に渡る工具情報の管理運用を支援する独自の工具データベース構築方法の提案と、その有効性を確認している。

これを要するに、著者は、生産管理についてのデータベース構築に関する新知見を得たものであり、システム情報工学および生産情報工学に貢献するところが大きなものがある。よって著者は、北海大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。