

STEP-NC に基づく 3 軸フライス用適応加工システムの基礎的研究

北海道大学 ○猪狩 真二, 田中 文基, 小野里 雅彦

要 旨

本研究では、3軸フライス加工を対象に、工作機械に依存しないSTEP-NCデータからの適応加工を可能とするシステム開発に向け、部品形状からの加工形状特徴抽出方法、工作機械固有情報決定方法を提案し、試作システムを製作する。

1. はじめに

工作機械の高機能化に伴い、その性能を十分に活かす適応加工システムが求められている。しかし、現行の NC データでは情報が不足しているため実現が困難である。そこで、本研究では、NC データの新規格 ISO 14649 [1](STEP-NC)に着目し、3軸フライス用適応加工システムの開発に向け、STEP-NC データ作成のための加工形状特徴抽出方法および適応加工のための工作機械特有情報決定方法を提案し、実装したので報告する。

2. 適応加工システムに対する NC データの適合性

適応加工システムとは、図 1(a)に示すように、使用する工作機械に合わせて NC データを修正し、加工を行うシステムである。しかし、現行の NC データは加工目標形状を含まず、一般加工オペレーション情報と工作機械特有情報が分離不可能な形で記述されるため、部分的な修正ができず、適応加工システムに適さない(図 1(b))。一方、STEP-NC データでは加工目標形状、一般加工オペレーション情報、工作機械特有情報を関連付けながらも、それぞれを分離して扱うことが可能である。このため、加工目標形状、一般加工オペレーション情報および工作機械からのフィードバック情報を基に最適な工作機械特有情報を決定し、使用する工作機械向けのデータ修正が可能となる(図 1(c))。

3. STEP-NC に基づく加工システムの構成

STEP-NC データモデルは、図 2 に示すように様々なエンティティから成る。Machining\_feature は、加工目標形状である加工形状特徴を表す。Machining\_operation は、Machining\_feature を加工するための一般加工オペレーション情報を表し、使用工具を表す Machining\_tool を伴う。Technology は工作機械特有情報として feedrate などの省略可能属性を持ち、Machining\_operation と関連付く。これらは Machining\_workingstep としてまとめられる。

図 3 に提案する加工システムを示す。工程設計支援システムは、まず、部品形状 CAD データから加工形状特徴を抽出する。次に、抽出した加工形状特徴に一般加工オペレーション情報を割り当て、一般 STEP-NC データを作成する。CNC コントローラは、一般 STEP-NC データに対し工作機械特有情報を決定し、工作機械特有 STEP-NC データを作成する。その後、工作機械特有 STEP-NC データから工具経路を生成し加工する。加工結果に

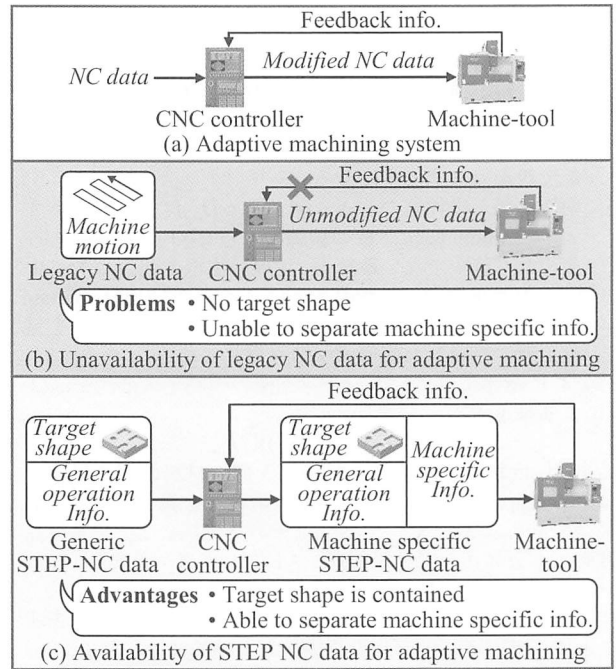


図 1 適応加工システムに対する NC データの適合性

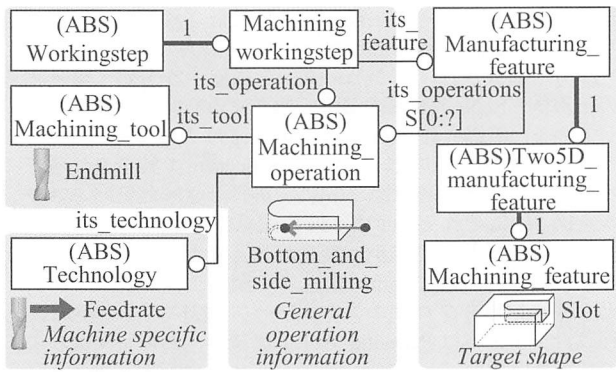


図 2 STEP-NC データの主要エンティティ

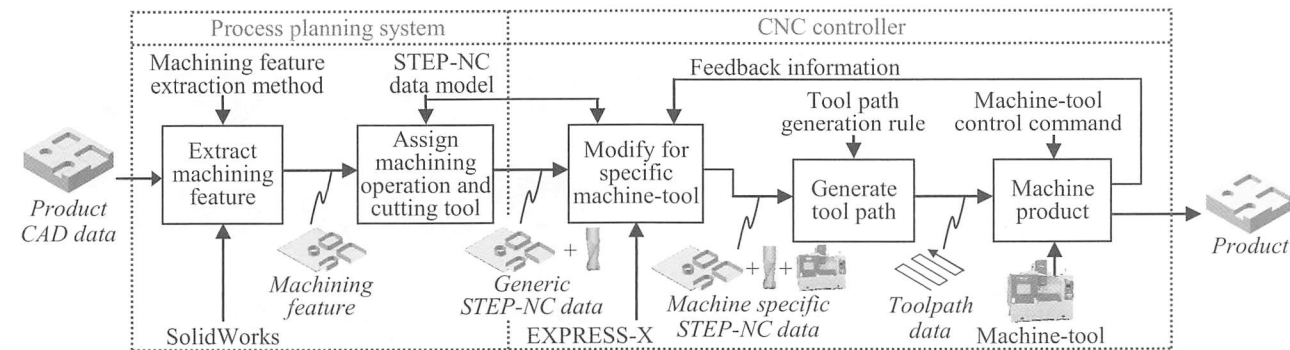


図 3 STEP-NC に基づく適応加工システムの構成

基づくフィードバック情報がデータ修正に用いられる。

工程設計支援システムは、加工形状特徴抽出作業のために、SolidWorks のアドインとして作成する。CNC コントローラでは、工作機械特有の情報決定のために、ISO 10303-14 [2]で規定されるデータマッピング仕様記述言語 EXPRESS-X を用いる。

#### 4. CAD データからの加工形状特徴抽出

STEP-NC では、Pocket, Round hole, Slot などの加工形状特徴が定義される。提案する加工形状特徴抽出方法では、加工形状特徴を工具進入方向により 2 種類に大別する。すなわち、完全に壁面に囲まれ工具が部品上面から進入するものを Closed profile feature(図 4 (a))とし、完全には壁面に囲まれず工具が部品側面から進入するものを Open profile feature(図 4 (b))とする。抽出プロセスを図 4 (c)に示す。①部品形状中の工具軸に垂直な部品上面である基準面を選択する。②基準面から位相情報を基に工具進入面を抽出する。Closed profile feature に対する工具進入面は基準面に一致し、Open profile feature に対する工具進入面は基準面の隣接側面に一致する。③抽出した工具進入面から位相情報を基に加工形状特徴を構成する部品面のグループを抽出する。抽出した面のグループから具体的な加工形状特徴を特定する。

#### 5. 一般 STEP-NC データに対する工作機械特有情報の決定

CNC コントローラは、一般 STEP-NC データを入力として最適な工作機械特有情報を決定し、使用する工作機械向けの工作機械特有 STEP-NC データを作成する(図 5)。提案する工作機械特有情報決定方法では EXPRESS-X を用い、工作機械特有情報の作成を行う。工作機械特有情報の作成例として、feedrate に対する作成例を図 5 に示す。図中の丸で囲まれた値が feedrate であり、決定前は未設定を示す '\$' で示されている。EXPRESS-X スキーマでは、Null Value (NVL) 関数を用いて feedrate を作成している。NVL 関数は、属性の未設定を確認し、未設定であれば指定値を設定する関数である。この例では、設定する値を 15.0 としている。EXPRESS-X スキーマを適用すると、feedrate に適切な値が設定される。今後、より実用的な自動決定アルゴリズムを実装する予定である。

#### 6. STEP-NC に基づく適応加工システムの試作

提案した加工形状特徴抽出方法および工作機械特有情報決定方法を実装し、STEP-NC に基づく適応加工システムを試作した。図 6 に試作システムおよび実行例を示す。試作システムは工程設計支援システム、CNC コントローラ、工作機械から成る。工作機械には Roland 社の MODELA MDX-15 を用いる。工程設計支援システムによって、図 7 (a)に示す入力 CAD データから、図 7 (b)に示す 3 つの加工形状特徴とそれに対する加工オペレーション、工具が決定され、一般 STEP-NC データが作られる。CNC コントローラは一般 STEP-NC データに対して工作機械特有情報を決定し、工作機械特有 STEP-NC データを作成する。作成した工作機械特有 STEP-NC データから図 7 (c)に示す工具経路を生成し、加工を行う。加工結果を図 7 (d)に示す。これにより、適応加工システムの基本プロセスが実現可能であることを示した。

#### 7. 結論

本研究では、STEP-NC に基づく 3 軸フライス加工のための適応加工システムの開発に向け、以下のことを行った。

1. STEP-NC により、工作機械毎の NC データ最適化を行う適応加工が実現可能であることを示した。
2. CAD データからの加工形状特徴抽出方法を提案し、工作機械に依存しない一般 STEP-NC データの作成を可能とした。
3. 一般 STEP-NC データからの工作機械毎のデータ修正のため、EXPRESS-X を用いた工作機械特有情報決定方法を提案した。
4. 提案方法を実装し、適応加工システムを試作した。

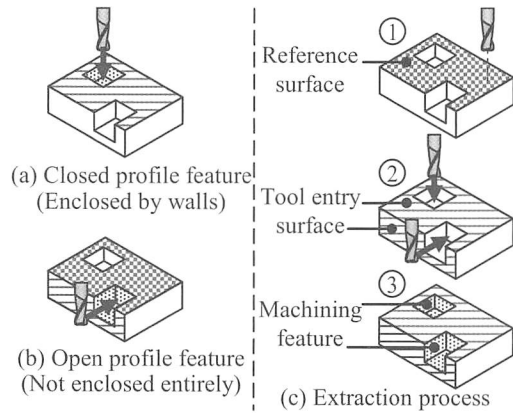


図 4 加工形状特徴の分類と抽出原理

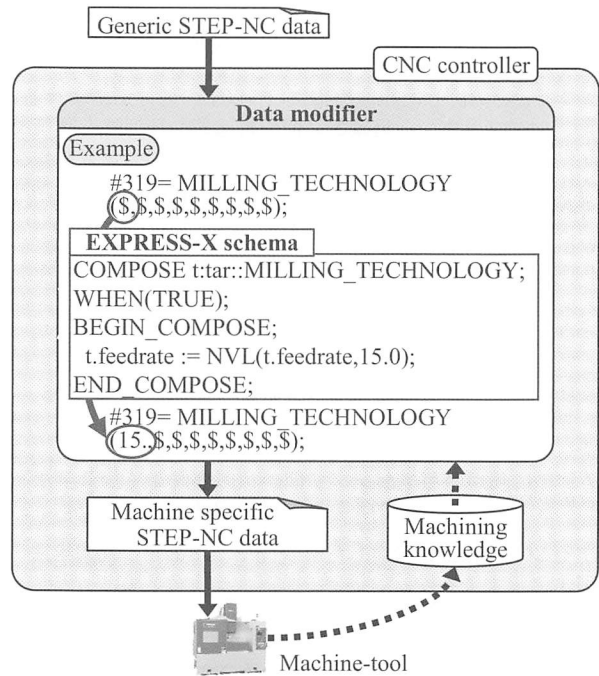


図 5 工作機械特有情報の決定

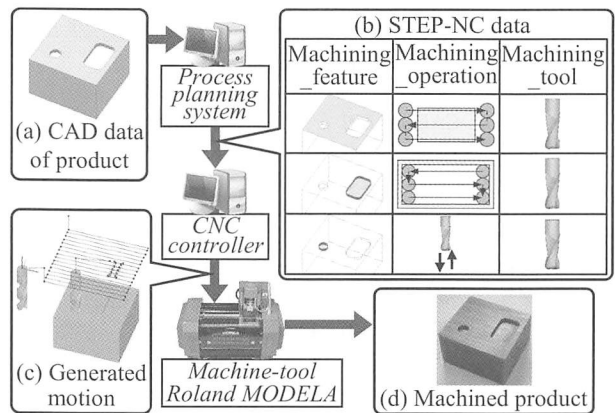


図 6 試作した適応加工システムおよび加工プロセス実行例

#### 参考文献

- [1] ISO 14649-1, 10, 11, 111: Data model for Computerized Numerical Controllers
- [2] ISO 10303-14: Product data representation and exchange