

# 次世代 CNC データのための工作機械の動作シミュレータの開発

北海道大学大学院情報科学研究科 ○山田洋, 田中文基, 小野里雅彦

## 要 旨

生産設計から加工現場へ渡される情報が分散されており、それらを一元的に管理・利用できないという問題を解決するために、工具経路以外の加工情報も記述できる次世代 CNC データモデル ISO14649 が規格化されている。しかしそのデータ構造が複雑なため、作業者が理解することは困難である。そのため、ISO14649CNC データを用いて加工を行う際には、データを解釈し表示するためのツールが必要である。本研究では、ISO14649CNC データに対する工作機械の動作シミュレータの開発を行う。

### 1. はじめに

現在、生産設計から加工現場へ渡される情報が、図 1 左上に示すように分散されており、加工に必要な情報を一元的に管理・利用できないという問題がある。この問題を解決するために、ISO6983 によって規定される既存の NC データ (G/M コード) に代わる新しい CNC データのモデル、ISO14649<sup>1)</sup> が開発されている。ISO14649 では、図 1 に示すように分散されたデータが統合され、加工に関わる全ての情報を記述することができ、それらを一元的に管理・利用することが可能である。

しかし、ISO14649 に基づく CNC データ (以下、ISO14649CNC データ) は、加工に必要な情報を全て含むため、そのデータ構造が複雑であり、それを作業者が直接理解することは困難となっている。そこで、本研究では作業者の CNC データに対する理解を容易とするために、ISO14649CNC データから工作機械の動作を解析する動作シミュレータの開発を行う。

### 2. ISO14649 の概要

ISO14649 は、ISO6983 の欠点を改善するために開発されている CAD/CAM システムと CNC 工作機械間の新しいデータモデルである。その特徴は、各工程が加工フィーチャをベースに記述される点である。ISO14649 が含む情報およびそのデータモデル図を図 2 に示す。ISO14649 では、project の中に素材を workpiece として、加工作業全体を workplan として記述する。そして workplan に含まれる executable(実行命令)の下位型である workingstep に各工程を、workpiece\_setup に各素材の取付け情報を記述し、setup でそれらの素材の取付け情報を統合する。workingstep に含まれる manufacturing\_feature は、2.5 次元加工の場合は two5D\_manufacturing\_feature、さらに pocket, slot 等のフィーチャの場合は machining\_feature という下位型になり、加工形状に関する情報を記述する。また、machining\_operation では工具および加工方法に関する情報を記述する。

### 3. 動作シミュレータの設計

作業者にとって、ISO14649CNC データによる工作機械の動作や、データに含まれる加工形状や工具、加工方法等の重要な情報の把握が必要である。よって、開発する動作シミュレータには以下のような機能が要求される。

1. ISO14649CNC データによる工作機械の動作をシミュレーションする機能
2. CNC データの中から重要な情報を抽出し、表示する機能

これを実現するために、動作シミュレータを図 3 のように設計する。シミュレータには、ISO14649CNC データと、工作機械モデルデータを入力する。ISO14649CNC データは XML 形式であ

り、XML-DOM を用いて読み込む。読み込んだ ISO14649CNC データ中の machining\_feature や machining\_operation からフィーチャ、工具、加工方法等の情報を抽出し、動作シミュレーションや表示に用いる。工作機械モデルデータ作成と動作シミュレーションについては、次に述べる。

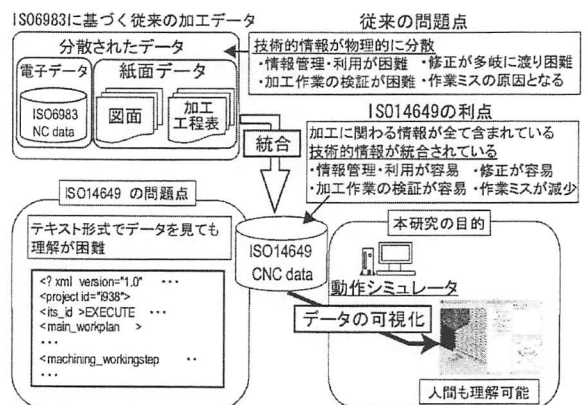


図 1 ISO14649 のねらいと問題点およびデータの可視化

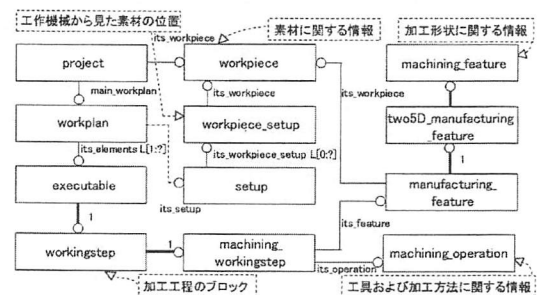


図 2 ISO14649 データモデル図

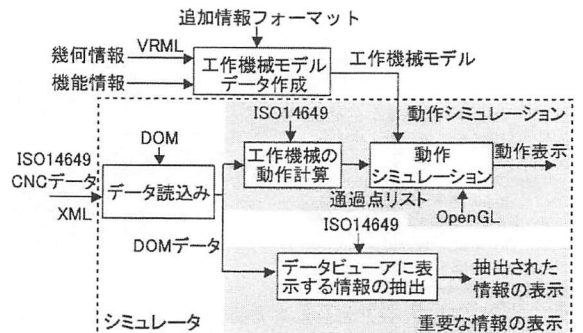


図 3 シミュレータの概略図

#### 4. 工作機械モデル

シミュレータに入力する工作機械モデルは、幾何情報と機能情報から構成される。幾何情報は、工作機械モデルの3次元幾何情報であり、本研究ではVRMLを用いる。機能情報は、工作機械を可動ユニットに分けて表現し、各可動ユニットが担う可動方向(xyzの3軸及びベース)や、工作機械の種類によって異なる可動ユニット間のリンク関係を記述するものである<sup>2)</sup>。モデルデータの作成プロセスを図4に示す。

幾何情報として、VRMLではSeparatorとして記述される各部品を可動ユニットに振り分ける。図4の場合、Separator1, 2, 3はそれぞれUnit1, 2, 2に振り分けられる。一方、機能情報は、IndexとMachine\_type, およびSpindleフラグの3つの情報から構成される。Indexは可動ユニットの動作方向を、Machine\_Typeは工作機械のリンク関係を、Spindleフラグは主軸ユニットかどうかを指定する。図4の場合、Unit1, 2, 3, 4にそれぞれIndex=1, 0, 3, 2を追加し、さらにUnit3は主軸ユニットであるからSpindleフラグを立てる。またMachine\_Typeは、加工対象を取付ける可動ユニットから順に2013となる。

#### 5. 動作の計算とシミュレーション

シミュレータでは、入力されたモデルデータの幾何情報から工作機械モデルをOpenGLで描画し、機能情報と以下に述べる通過点リストを用いて、各ユニットをアニメーション表示させることで、シミュレーションを実現する。動作計算に必要な情報と通過点リストの例を図5に示す。図5左に示すように、ISO14649CNCデータの各工程(workingstep)に含まれるmachining\_featureから形状の種類、加工対象の位置、深さ、大きさの情報を、machining\_operationから加工方法の種類、送り方向と曲がる方向、経路間の距離、工具の情報を取得する。これらを用いて通過点リストを計算する。通過点リストは、図5右下に示すように、工具の通過点の座標値と各点への送り速度から構成される。

#### 6. 実行結果

開発した動作シミュレータに、ISO14649の規格書に記載されているサンプルのCNCデータを入力した。図6に、サンプルデータから行われる通過点リストの計算例を示す。図6左上のCNCデータの中から、上面を加工する工程に含まれるデータの意味を同図右上に示す。加工は斜め45°のアプローチで素材に切り込み、pathの長さだけy軸方向に送り、以後経路間距離の合計がprofileの長さに達するまで双方向に工具を送って行われる。送りが終わると切り込み、再び送りを行う。切り込み量の合計が深さに達するとリトラクトを行って工程が完了する。実行結果を図7に示す。シミュレーションを実行したところ、CNCデータどおりに動作することが確認できた。なおここで工作機械モデルとして、三井ら<sup>3)</sup>が設計したISO14649対応の工作機械をシミュレーションに用いた。

#### 7. 結論

本研究では作業者のCNCデータに対する理解を容易とするために、ISO14649CNCデータから工作機械の動作を解析する動作シミュレータの開発を行った。そして開発した動作シミュレータにサンプルデータを入力し、その有効性を確認した。

#### 参考文献

- 1) ISO14649-Part 10, 11, 111: Data model for Computerized Numerical Controllers
- 2) 稲崎 他: 工作機械の形状創成理論, 1997年, 養賢堂
- 3) 三井 他: 適応加工のためのフィーチャモデル駆動型CNC加工システム(第2報), 2005年度精密工学会春季大会講演論文集, 2005

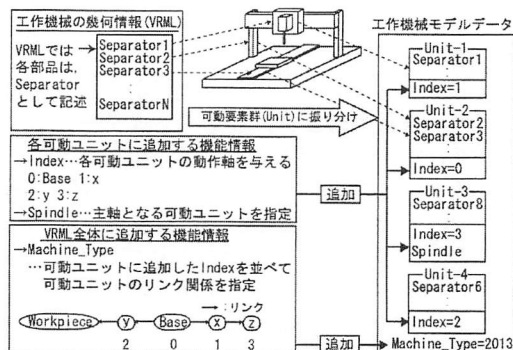


図4 機能情報の付加プロセス

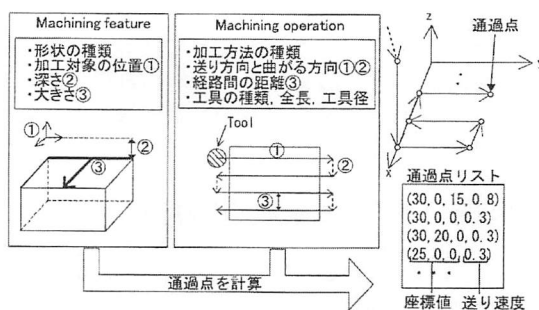


図5 動作計算に必要な情報と通過点リストの例

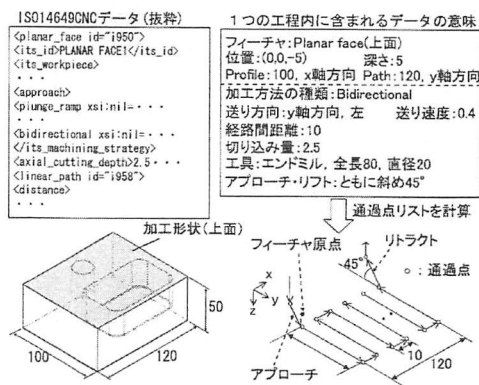


図6 通過点リストの計算例

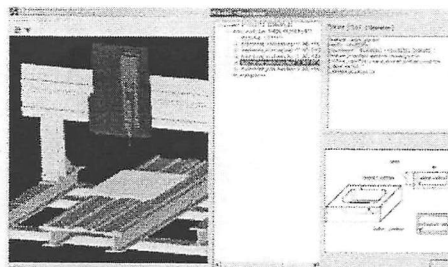


図7 実行結果