

# 工作機械操作または NC データの分析に基づく 加工方法および加工条件のデータベース構築システム

## Database Construction System of Cutting Plans and Cutting Conditions Based on Analysis of Machine Tool Operations or NC Data

80222312 小林暁(Satoshi Kobayashi) Supervisor 青山英樹(Hideki Aoyama)

### 1. 緒言

CAM システムの機能向上は目覚ましく、熟練作業でなくとも同システムを利用することにより容易に NC プログラムを生成できるようになってきた。CAM システムの利用において、NC プログラムは、一般的に、標準的な推奨切削条件あるいは汎用的切削条件データベース<sup>[1]</sup>に基づいて生成されているため、個々の加工状況に適した切削条件が設定されていないことが多い。そのため、熟練作業者が経験と勘によって現場の加工状況を瞬時に判断し、より適した切削条件となるように送り量や主軸回転数を変更することも多く行われる。また、CAM システムを用いて高品質な NC プログラムを生成する場合には、熟練作業者が使用される工作機械や切削工具系の特性なども考慮に入れて、加工状況に適した切削条件や工具経路を設定する必要があり、CAM システムが加工状況に適した切削条件を自動的に設定して NC プログラムを生成することは依然として困難である。

また、過去に利用された NC プログラムは、熟練作業や加工現場のノウハウの集約であり、極めて高度な情報が含まれている。そこで、本研究では、熟練作業者が加工現場で実際に用いた切削条件および過去に使用された NC プログラムを分析することにより、切削条件を加工フィーチャおよび加工形態と関連付けてデータベースとして構築するシステムを開発する。その目的は、構築されたデータベースを CAM システムで活用することにより、熟練者作業者が生成する NC プログラムと同等の高品質な NC プログラムを自動的に生成することにある。

### 2. システムの概要

#### 2.1 構築されるデータベースの概要

図 1 は、本システムで構築されるデータベースの構造を示している。加工フィーチャ、加工形態、加工条件の順にデータベースからの検索が行われ、必要なデータが取得される。

加工フィーチャは、一連の加工プロセスにより除去される形状を意味しており、Step, Slot, Closed pocket, Open pocket, Hole, Planer face といった形状として認識され、データベース内では一連の工具経路情報をもった加工形態の順序集合として定義されている。

加工形態は、加工プロセスにおけるある瞬間の加工条件から、穴あけ、肩削り、溝削り、ランピング加工、ポケットコーナー加工、アップカット、ダウンカットとして認識される。

各加工形態には、工作機械、切削工具、被削材材質、半径方向切り込み量、軸方向切り込み量、送り量、主軸回転数、単位時間除去体積、切削液の有無といった加工条件データが登録されている。

#### 2.2 システムの構成

本研究では、熟練作業者が加工現場で実際に用いた切削条件と過去に使用された NC プログラムから、データベースが構築される。したがって、熟練作業者が現場で行うプロセス

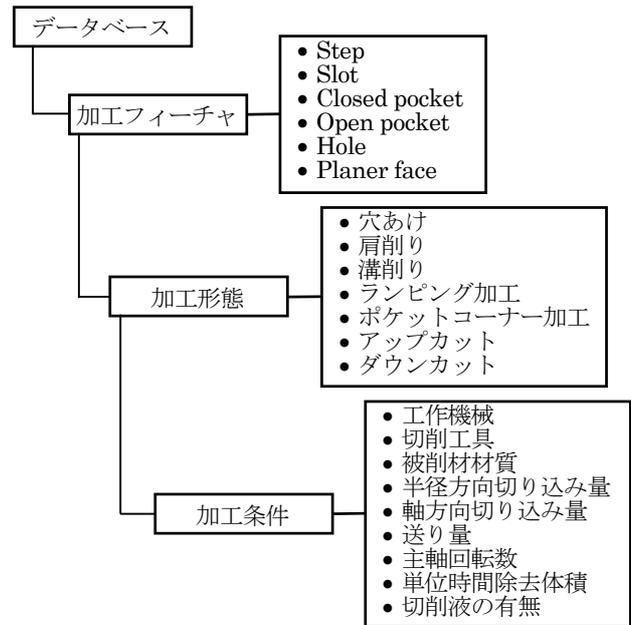


図 1 データベース構造

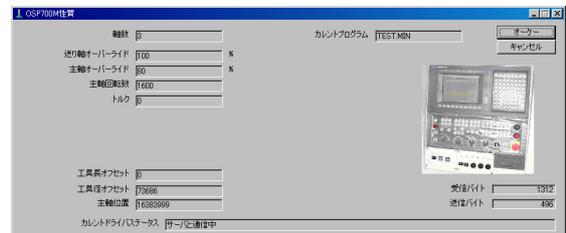


図 2 取得された工作機械制御パラメータ

を分析する機能と NC プログラムを分析する機能が必要である。

このため、インターネットを介して工作機械制御装置<sup>[2]</sup>から工作機械制御パラメータをリアルタイムで取得し、工作機械の稼働状況を認識するとともに、取得した工作機械制御パラメータに基づいて切削シミュレーションを行い、加工フィーチャおよび加工形態の分析を行い、加工フィーチャに対する一連の加工形態情報を加工条件情報とともにデータベースとして自動構築する。また、過去に利用された NC プログラムは、切削シミュレーションによって分析され、加工フィーチャと加工形態が認識されるとともに、自動的にデータベースとして構築する。

これらの機能を実現するため、工作機械稼働状況認識システム、加工形態認識システム、加工フィーチャ認識システム、加工条件データベース自動構築システムから構成されるデータベース構築システムを開発する。

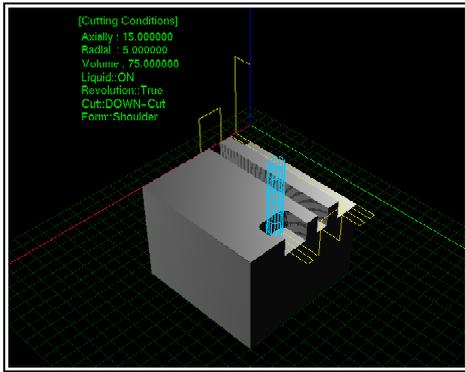


図3 切削シミュレーション

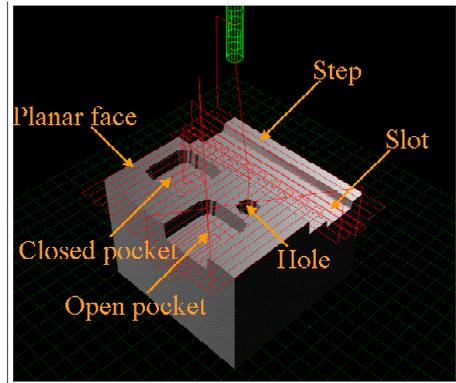


図4 加工フィーチャ認識例

### 3. 工作機械稼動状況認識システム

工作機械稼動状況認識システムは、工作機械から遠隔にあるコンピュータ上で動作し、インターネットを介して工作機械制御装置と通信を行い、リアルタイムで工作機械制御パラメータ (x, y, z 座標値, 送りオーバーライド, 主軸回転数, 主軸回転数オーバーライド, トルク, 制御軸数, 工具長オフセット, 工具径オフセット, 実行中のプログラム名, 実行中のシーケンス番号) を取得できる。取得された工作機械制御パラメータと実行中の NC プログラム情報によって、工作機械の稼動状況を認識することが可能である。熟練作業者が加工現場で経験や勘に基づいて変更した切削条件も遠隔から認識することが可能である。図2に、工作機械稼動状況認識システムが、工作機械制御パラメータを取得している結果を示す。

### 4. 加工形態認識システム

加工形態認識システムは、工作機械稼動状況認識システムから取得される工作機械制御パラメータと実行中の NC プログラム情報に基づいて、Z-Map モデル<sup>4)</sup>で構築された工作物に対して切削シミュレーションを行い、切削工具を経路に沿って微小距離ずつ移動させたときの、各点における半径方向切り込み量, 軸方向切り込み量, 単位時間あたりの切削除去体積<sup>4)</sup>を導出する。これらの加工情報と工具の動きから加工形態 (穴あけ, 肩削り, 溝削り, ランピング加工, ポケットコーナー加工, アップカット, ダウンカット) を認識することができる。図3に、切削シミュレーションの結果を示す。

### 5. 加工フィーチャ認識システム

加工フィーチャ認識システムは、切削シミュレータから一連の加工プロセスで除去される形状を認識し、加工フィーチャとして識別する。このときの情報から、加工フィーチャを切削工具の移動方向情報をもった加工形態の順序集合として定義する。図4は、加工フィーチャの認識結果例を示している。

### 6. 加工条件データベース自動構築システム

加工形態認識システムから得られる情報より、加工形態が加工条件のデータで記述される。また、加工フィーチャ認識システムから得られる情報より、加工フィーチャが加工形態の順序集合として記述される。結果として、加工フィーチャが与えられれば、それをどのような加工形態の順序で、どのような加工条件で加工するかを検索できるデータベースが自動構築される。

図5は加工形態に対する加工条件のデータベースを、図6は加工フィーチャに対する加工形態の順序集合のデータベー

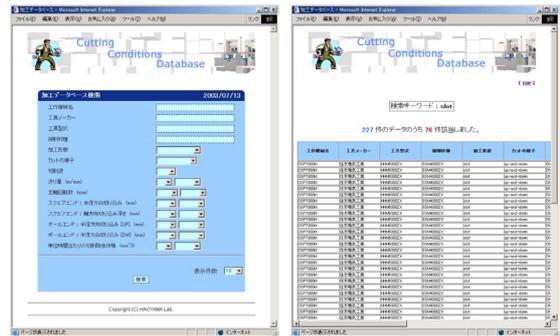


図5 加工形態と加工条件

	drilling	
左49	slot-in	
直進	slot	
右90	slot-out	
直進	shoulder in	up cut
右90	shoulder	up cut
直進	pucket-in	
直進	shoulder	up-cut
直進	pucket-in	
右41	pucket-out	
直進	pucket-in	
右90	pucket-out	
直進	shoulder	up-cut
直進	pucket-in	
直進	shoulder	up-cut
直進	pucket in	
右90	pucket-out	

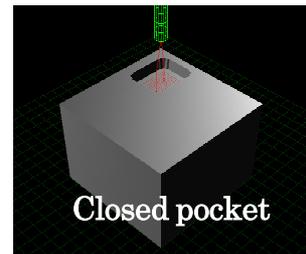


図6 加工フィーチャと加工形態

スの一例を示している。

### 7. 結言

本研究では、インターネットを介して獲得した工作機械の稼動状況情報あるいはNCプログラム情報から切削シミュレーションを行い、熟練作業者の行った加工プロセスあるいはNCプログラム情報から加工方法および加工条件を自動的にデータベースとして構築するシステムを開発した。

### 参考文献

- [1] A.RHARMAOUI, A.CROSNIER : INTEGRATION OF KNOW-HOW IN CAD/CAM SYSTEMS—A WAY TO IMPROVE THE DESIGN PROCESS—, IEEE, (1993) pp.547-552.
- [2] 指田吉雄 : FA 通信システムのオープン化, 精密工学会誌, 63, 5 (1997) pp.625-628.
- [3] Y.Takeuchi : Development of a personal CAD/CAM System for Mold Manufacture Based on Solid Modeling Techniques, Annals of the CIRP, 38, 1 (1989) pp.429-432.
- [4] 林田嘉将 : Z-map を用いた加工シミュレーションで生じる除去体積誤差に関する研究, 精密工学会誌, 62, 11 (1996) pp.1622-1626.