

# 加工フィーチャとその形式表現に関する研究

北海道大学大学院工学研究科 外山尚介 ○田中文基 岸浪建史

## 要 旨

CAD/CAM 統合のインタフェースとして、加工フィーチャが注目を浴びてきている。CAD データから加工フィーチャを認識する方法として、グラフベース、ヒントベース手法などが提案されてきている。しかし、これらの手法の比較は実験結果を用いたものであり、各手法の構成要素間の関係は明らかになっていない。そこで本研究では、各手法を形式表現することによって、手法の構成要素間の関係とプロセス及び、加工面や delta volume などとの関係から各手法の比較を行う。

### 1. はじめに

近年注目を浴びてきている加工フィーチャを CAD データから抽出する手法として、グラフベース手法、ヒントベース手法などが提案されてきている。しかしこれらの手法間の比較は、抽出結果を用いたものであり、手法の構成要素間の関係は、明らかになっていない。よって本研究では、手法の構成要素間の関係とプロセスを形式表現することによって、加工面や、素材と部品との差集合である delta volume などとの関係から比較を行う。

### 2. ヒントベース認識手法[1]

#### 2.1. ヒントベース認識手法の概要

ヒントベース認識手法は、「加工面同士的位置の関係から加工フィーチャのヒントを生成し、そのヒントから加工フィーチャを完成させることによって、加工フィーチャを認識する」という認識手法である。

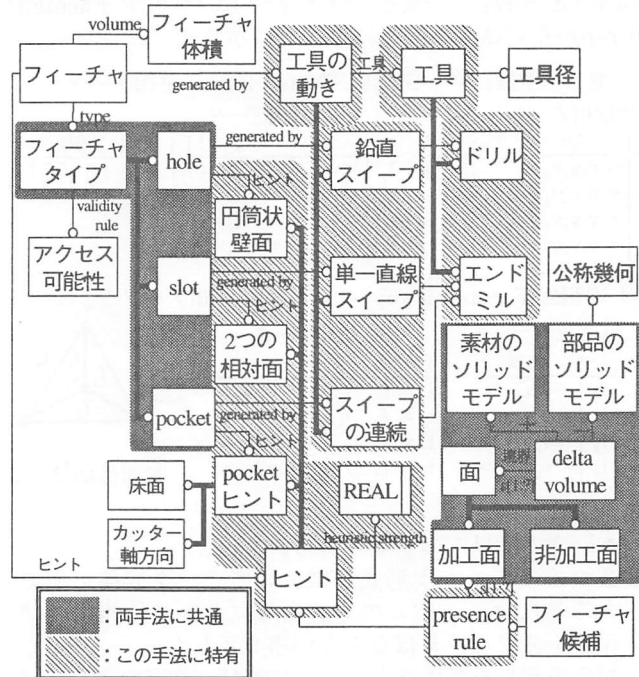


図 1. ヒントベース認識手法の構成要素間の関係

#### 2.2. ヒントベース認識手法のデータ構造

図 1 にヒントベース認識手法の構成要素間の関係を EXPRESS-G で形式表現したものを示す。フィーチャは、hole, slot, pocket の 3 つのタイプしかない。そして、各フィーチャタイプに対し、そのヒントとなる加工面の相対関係、各々を生成する工具の動きが定義されている。

また、delta volume は、素材と部品の体積的な差演算によって求めることができ、delta volume の面から、ヒントを生成するために必要な加工面を得る。

### 2.3. ヒントベース認識手法のプロセス

ヒントベース認識手法のプロセスを IDEF-0 で形式表現したものを図 3 に示す。プロセスの入力である部品と素材のソリッドモデルに対し、その体積的な差演算によって、delta volume を生成する。delta volume から素材の面を削除することにより、加工面を抽出する。加工面を presence rule とマッチングさせることによって、加工面からヒントを得る。ヒントを heuristics に基づいてランク付けし、その順序に従って、ヒントからフィーチャを完成させる。完成したフィーチャの体積を delta volume の体積から引くことによって、delta volume を完全にフィーチャに分解したかどうかテストする。

### 3. グラフベース認識手法[2]

#### 3.1. グラフベース認識手法の概要

グラフベース認識とは、面をノード、エッジをアークで表現することによって部品をグラフで表現し、そのグラフをある一定の法則に従って分解、加工フィーチャを定義しているグラフとマッチングを行うことでフィーチャを認識するという手法である。この手法では、加工フィーチャを部品における加工面から認識しているため、認識の際の形状は、一般的な加工フィーチャの形状とは、凹凸が逆になる。さらに、相互干渉しているフィーチャをどのように扱うかという点について問題があり、この点に多くの研究努力が注がれてきた。今回形式表現するために用いた手法は、1997 年 S.Gao と J.Shah によって提案されたもの[2]で、相互干渉フィーチャを扱うために、バーチャルリンク (Virtual Link, VL) という概念を導入している。さらに必要ならば、alternative interpretation を生成することも可能である。

#### 3.2. グラフベース認識手法のデータ構造

図 2 にグラフベース認識手法の構成要素間の関係を EXPRESS-G で形式表現したものを示す。この手法では、通常考えられる形状をすべて、グラフによって表現している。よって、delta volume はその体積の性質ではなく、面情報のみを必要とされている。フィーチャタイプは、hole, slot, pocket といった、既定フィーチャのグラフ(CAG)で定義されている。さらに、グラフ自体の性質を考えれば、フィーチャの体積を生成する段階までは、部品の体積に関する情報は不必要となる。

#### 3.3. グラフベース認識手法のプロセス

グラフベース認識手法のプロセスを IDEF-0 で形式表現したものを図 4 に示す。プロセスへの入力、部品の B-rep である。delta volume を生成する代わりに、加工面の隣接関係を表す MFAG を生成する。MFAG を分解して得られる MCSG や、それを拡張して得られる拡張 MCSG とフィーチャの形状を表す CAG とのマッチングを行うことによって、フィーチャを認識した後、フィーチャの体積を生成する。

という点で、グラフベース認識手法よりも優れている。  
 しかし、両手法に共通して、hole、slot、pocket 等のフィーチャの定義が明確でないという問題点がある。

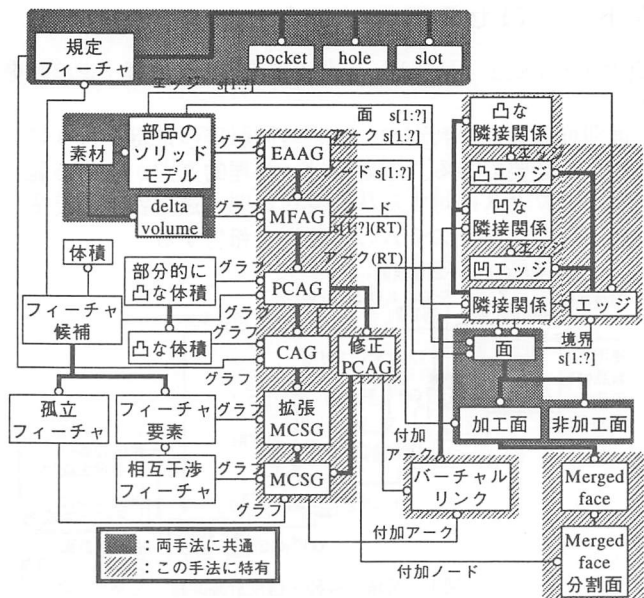


図2. グラフベース認識手法の構成要素間の関係

4. 比較

各認識手法について、そのデータ構造と認識プロセスを形式表現したものを比較した(表 1)。比較する点としては、delta volume の表現方法、フィーチャタイプの規定方法、フィーチャ認識に必要な情報、一般的なフィーチャは凸形状をしているため、認識されたフィーチャの凸形状性の保証などである。

ヒントベース認識手法に関して、

- ・プロセス全体を通じて、体積的な判断が可能。
- ・隣接していない面からも、加工フィーチャを認識できる。
- ・各フィーチャタイプに工具の動きに関する情報を付加することができるため、幾何以外の情報も利用可能。

表.1 手法の比較

	delta volume	フィーチャタイプの規定方法	フィーチャ認識に必要な要素	凸形状の保証
ヒントベース認識手法	体積的な演算	presence rule, validity rule	加工面とその相対的な位置関係	presence rule, validity rule
グラフベース認識手法	—(面のみ)	規定フィーチャのCAG	部品における加工面の凸な隣接	部品における加工面の凹な隣接

5. 結論

本研究では、加工フィーチャ認識手法として提案されている手法に対して、以下の事を行った。

- ・加工面や delta volume と各認識手法の構成要素との関係を、データ構造を EXPRESS-G で形式表現することによって、明らかにした。
- ・加工面や delta volume と各認識手法の構成要素との関係を、プロセスを IDEF-0 で形式表現することによって、明らかにした。
- ・各手法を形式表現したものを基にして比較を行った。

【参考文献】

1. J. Han and A.A.G Requicha, "Integration of Feature-Based Design and Feature Recognition," Computer-Aided Design, vol.29, No.5, 1997,pp393-403.
2. S. Gao and J.J. Shah, "Automatic Recognition of Interacting Features based on Minimal Condition Sub-Graph," ASME Computers in Engineering Conference, September 1997, Sacramento, California.

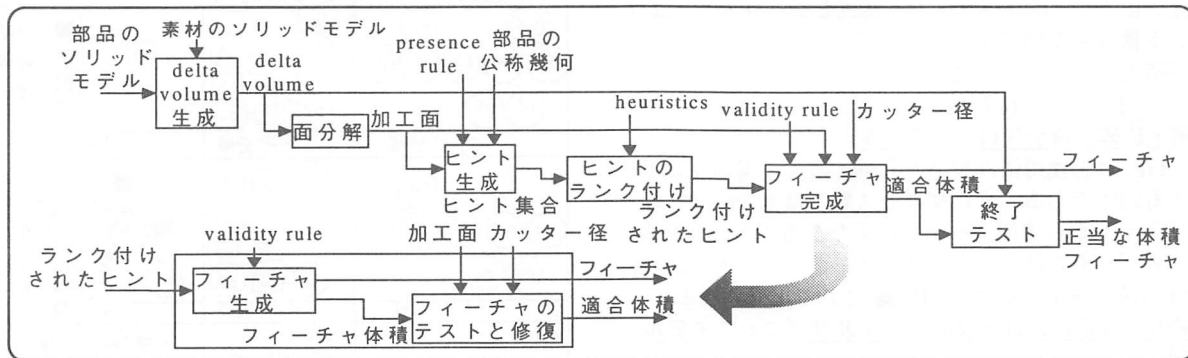


図3. ヒントベース認識手法の認識プロセス

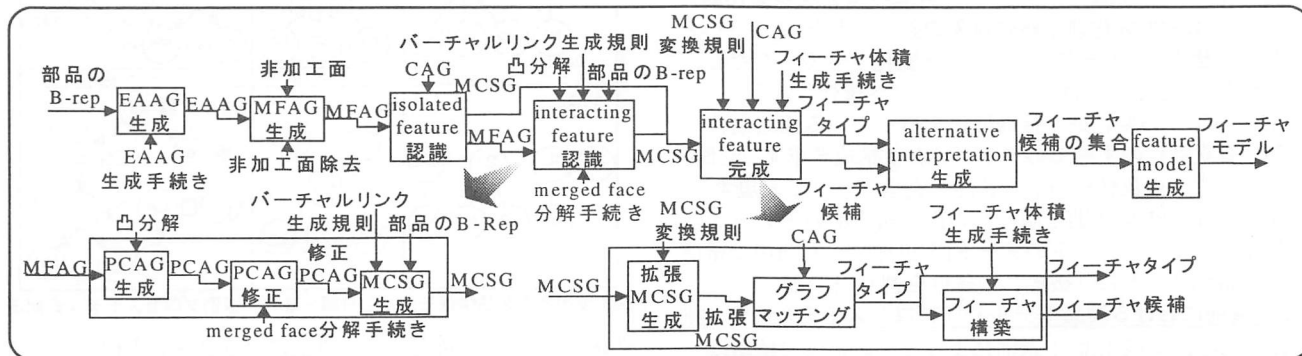


図4. グラフベース認識手法のプロセス