

仮説推論を用いた 工作機械の主軸分解手順自動生成システム

伊藤 博之 館野 峰夫 加藤 文之

松下電器産業(株) 東京研究所

1. はじめに

我々は、次世代知識情報処理システム構築技術の研究開発において、特に機械系の設計型問題に適した推論制御機構の枠組みの構築を検討している。そして、基本的には組合せ問題である設計型問題においては、仮説の組合せに基づいて複数の仮説の集合を同時に取り扱っているATMS¹⁾は、きわめて有効な要素技術であると考えられる。そこで、ATMS的な仮説の組合せに基づく多重世界をサポートできる枠組みを構築し、これを利用して効率的な推論を行うことが可能な問題解決機構の構築を行っている。本論文では、このような仮説推論の枠組みの応用例として現在作成中である、工作機械の主軸分解手順自動生成システムについて報告する。また、本システムで用いた組合せ処理を効率よく実行することを目的とした問題解決機構(ATMS機構)をmicro ATMSと呼ぶ。

2. 組立構造の表現法

本システムの対象とする工作機械の一例を図1に示す。これは、部品点数80部品からなる旋盤の主軸部分である。

これらの工作機械の分解手順を自動生成する研究として、関口らのシステム²⁾がある。本システムにおいても対象の組立構造ならびに後述する選択規則にその手法を用いている。

対象とする工作機械の組立構造を、接続関係と3次元円筒近似による形状情報を用いて表現しシステムにデータとして与えてある。接続関係とは表1に示すような部品間の接続関係に関する情報を与えるものである。

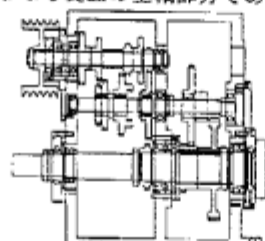


図1 工作機械の組立構造

表1 組立構造の表現法

接続関係			記号
圧入	締めあい (Pressure fit)	Pr	
作込	締めあい (Push fit)	Pu	
ねじ	締めあい (Screw fit)	Sc	
めねじ	締めあい (Taper fit)	Ta	
合	スプライン 締めあい (Spline fit)	Sp	
位置決め	締めあい (Position fit)	Po	
可動	可動 締めあい (Movable fit)	Mo	
歯車	歯車 噛みあい (Gear coupling)	Ge	
リング	締めあい (Ring fit)	Ri	
+	キー 締めあい (Key fit)	Ku	
面接触	締付 接合 (Clamp contact)		Co
	テーパ接合 (Taper contact)		
	平面接合 (Plane contact)		
	外部接合 (External contact)		
	歯車噛み合 (Gear contact)		

さらに本システムでは、「空白部品」というものを導入している。これは、シャフトと直接接合している部品間にギャップがある場合に、そこに厚さ0の部品を設定したものである。これは、分解可能であろう部品の候補(分解可能候補部品)を抽出する際に、部品の形状情報を用いず、これら接続関係の情報のみで判断できるように導入したものである。

3. システムの説明

本システムでは、分解手順や分解部品を仮説とし、複数の分解手順案を同時に取り扱っている。そして、分解対象の候補としてあがりながら、実際には分解不可能であったり、他の分解手順案に比べて分解しにくいものであったりする事を矛盾として扱い、仮説の生成・検証サイクルに基づいた推論を行っている。

3.1 仮説管理機構

複数の分解手順案に対して、その仮説対象を各分解手順案における分解の順序に関する情報を管理する分解手順Environmentと、各分解手順案に対して分解済みの部品の組合せに関する情報を管理する組合せEnvironmentにより管理している(図2)。そして、組合せEnvironmentは、分解手順Environmentにより管理され、組合せEnvironmentにおける個々の部品を示すものを、Assumptionと呼ぶ。

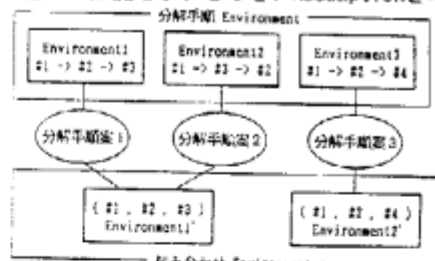


図2 Environment管理機構

3.2 処理手順

本システムは、仮説推論における仮説生成・検証の枠組みに基づいて分解手順案を生成している(図3)。

まず、個々の部品の接続関係をもとに、各分解手順Environmentに対して分解可能部品抽出知識により、その時点で分解可能であろう部品の候補(分解可能候補部品)をすべて抽出する。次に、接続関係を用いて分解のしやすさ(優先順位)をルールとして表現した選択規則に基づき、分解可能候補部品の中から最も分解しやすい部品(分解対象候補部品)を選択する(仮説生成)。そして、抽出された分解対象候補部品が実際に分解可能であるかどうかのチェックを、部品の3次元形状情報を用いて行う(干渉チェック・仮説検証)。

まず、分解手順案に対して分解手順Environmentが管理

An automatic determination system for disassembly sequence of headstocks

using hypothesis-based reasoning system

Hiroyuki ITO, Mineo TATENO, Fumiyuki KATO

Tokyo Research Laboratory, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

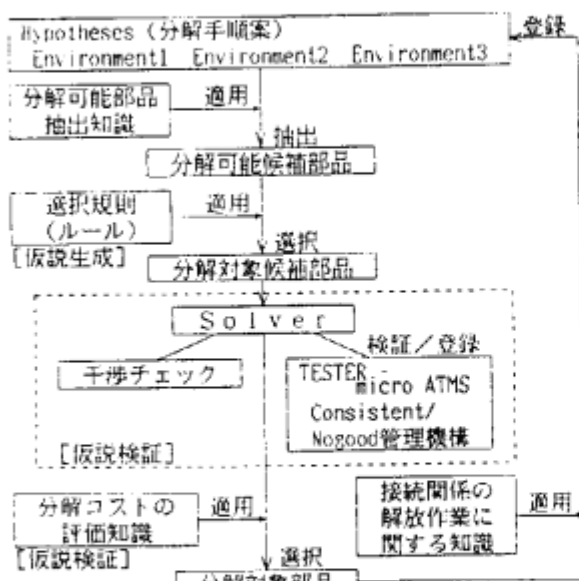


図3 処理手順

している組合せEnvironment (Assumptionの組)と、その分解手順Environmentから生成された分解対象候補部品を表すAssumptionがSolverに渡される。Solverでは与えられたAssumptionの組合せがConsistentかNogoodかを、micro ATMSを用いた検証機構 (TESTER) に対して問い合わせる。このTESTERには今までに行われた干渉チェックの結果が保持されている。すなわち、干渉する部品があり分解不可能な場合にはそのAssumptionの組合せは干渉状況を表すデータと共に、Nogoodとして登録される。逆に分解可能な場合にはその組合せが分解状況を表すデータと共にConsistentとして登録される。TESTERでは与えられた組合せに対して、Consistent/Nogoodに登録されているかどうかを判断し、登録されている場合にはその結果と分解/干渉状況を表すデータをSolverに返す。登録されていない場合には新たに干渉チェックを行うようにSolverに依頼し、その結果をConsistent/Nogoodに登録する。検証の結果nogoodとなった仮説 (分解手順Environment) は矛盾として、管理下から抹消される。

このように、本システムはmicro ATMSを用いたTESTERのConsistent/Nogood管理機構を用いることにより、無駄な干渉チェックを行わずに、また必要なEnvironmentのみを保持し、矛盾と判断された無駄なデータの管理をすることなく、効率よく高速に処理を行う。

そして、採用した最も優先順位の高いルールに対して、生成されたAssumptionの組合せが全てNogoodとなった場合には、再度分解手順Environmentに対して次に優先順位の高いルールが適用される分解可能候補部品に対して上記の処理を繰り返す。

干渉する部品がなく実際に分解可能であると判断された分解対象候補部品が生成されれば、分解コストによる評価を行い、最も分解コストが少なくすむ分解対象候補部品をその手順における次の分解対象部品として採用する (仮説検証)。この分解対象部品は、micro ATMSにおけるAssumptionとなり、このAssumptionを加えた新たな分解手順および組合せEnvironmentが生成される。

そして、新たに部品を分解することにより接続関係が変更されるので、各分解手順Environmentに対して、接続関係の解放作業を行い、以上の処理を全ての部品が分解されるまで繰り返す。

3.3 特徴

本システムは、上記のような処理手順ならびに後述する実行例に示すように、以下のような特徴をもつ。

- (1) 分解手順を仮説として扱い、仮説推論機構を用いて効率よく最も適当な手順を生成する。
- (2) multiple context、generate and testの枠組みで複数の分解手順案を同時に取り扱う。
- (3) ビットマップ・ディスプレイに分解手順生成の推論過程 (途中経過) を表示。
- (4) カラーグラフィック・ディスプレイに分解の様子ならびに干渉チェックの状態をイメージ的に表示。

4. 実行例

本システムは、ESP言語で記述されており、PS1-Ⅱ上で稼働している。

本システムの実行例を以下に示す。干渉チェックにおける処理の内容の確認および、各分解手順案に関する詳細な内容の参照が、ビットマップ・ディスプレイおよびカラーグラフィック・ディスプレイ上で可能となっている。



図4 実行例

5. おわりに

仮説推論の設計型問題への応用の1つとして、工作機械の主軸分解手順自動生成システムについて報告した。現システムでは、最も適当な分解手順を生成するものであるが、メンテナンスにみられるような、ある故障部品を最適に分解する分解手順の生成においても、本システムの枠組みは非常に有効である。今後は、これらメンテナンス処理対応のシステムへの組み込みならびに、本システムで使用している多重世界の枠組みを生かした並列処理についての検討を行っていく予定である。

なを本研究は、第5世代コンピュータプロジェクトの一端として進めているものである。

謝辞 工作機械の分解手法に関して技術指導頂いた機械技術研究所 関口博氏、小島俊雄氏、今村聡氏に感謝致します。

【参考文献】

- 1) de Kleer, J., An Assumption-based TMS, Artificial Intelligence 28, pp.127-162, 1986
- 2) 関口他, 機械機能部品の部品展開手法に関する研究 (第1報~第8報), 昭和57年度~昭和60年度機械学会春/秋季大会学術講演会論文集