

題名	工作機械の主軸分解手順生成実験システム
目的	<p>工作機械の主軸分解問題を具体例とし、効率的な推論制御機構の検討および試作を行う。</p> <p>これを通して、知識情報処理システム構築技術における仮説推論を用いた問題解決機構の構築に取り組む。</p>
概要 及び 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ○部品点数80部品からなる旋盤の主軸部分の準最適な分解手順を自動生成 ○以下のような知識を利用 <ul style="list-style-type: none"> ・部品間の接続関係および部品形状に関する情報を用いた主軸の組立構造の知識 ・分解可能部品抽出方法および分解可能部品群からの分解対象部品選択方法の知識 ・分解作業における評価コストに関する知識 ・分解における部品間の接続関係を解放する手順に関する知識 ○仮説推論技術を用いた問題解決機構を適用 <ul style="list-style-type: none"> ・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準最適な手順を生成 ○複数の解候補の効率良い取り扱い <ul style="list-style-type: none"> ・multiple context、generate and testの枠組みで複数の分解手順を同時に扱う ○推論過程・分解手順の表示 <ul style="list-style-type: none"> ・PSI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 ・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部品を図的に表示
構成	<pre> graph TD subgraph IOM [入出力モジュール] RCU[推論制御部] DSGV[分解手順生成・検証部] KCR[接続関係に関する知識] KDM[分解手法に関する知識] RCU --- DSGV RCU --- KCR RCU --- KDM KCR --- KDM end BM[入出力用ビットマップディスプレイ] --- IOM OGD[出力用3Dグラフィックディスプレイ] --- IOM </pre>

組立構造の表現法

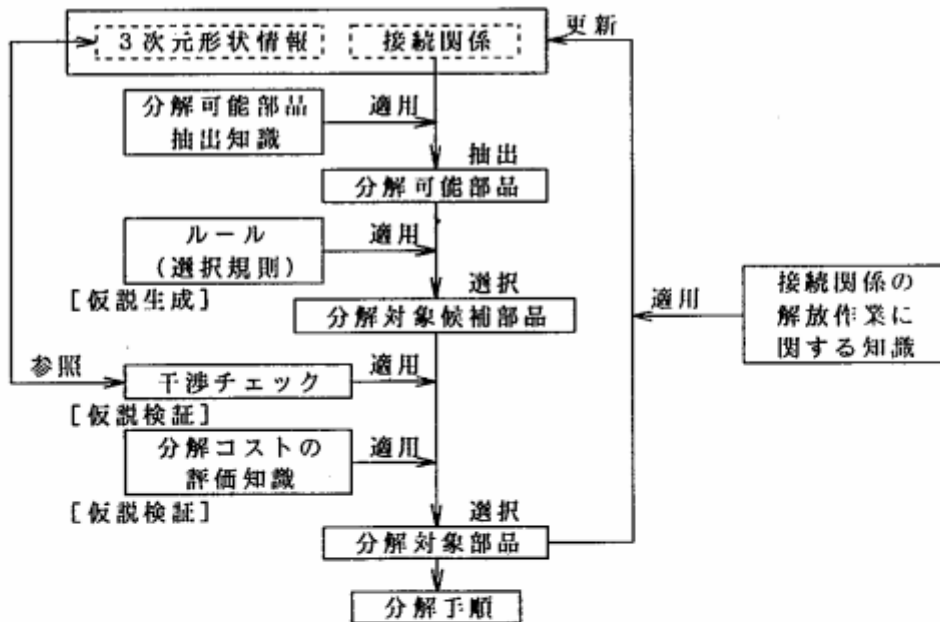
以下のような接続関係により主軸の組立構造を表現している

接続関係				記号
はめ合い接続	圧入 ねじ テーパ スプライン 位置決め 可動車輪 リ	入 込 じ バ ン め 動 車 輪 グ	はめあい (Pressure fit)	Pr
			はめあい (Push fit)	Pu
			はめあい (Screw fit)	Sc
			はめあい (Taper fit)	Ta
			はめあい (Splinc fit)	Sp
			はめあい (Position fit)	Po
			はめあい (Movable fit)	Mo
			噛みあい (Gear coupling)	Ge
			はめあい (Ring fit)	Ri
キ	ー	はめあい (Key fit)	Ke	
面接続	締付接合 テバ接合 平面接合 外部車かみ		(Clamp contact)	Co
			(Taper contact)	
			(Plane contact)	
			(External contact)	
			(Gear contact)	

シャフトと直接の接続関係がある部品間にギャップがある場合は、そこに ϕ の部品（空白部品）を設定している。

処理手順

下記に示すような流れにより、各分解手順を生成している。



まず、工作機械の主軸まわりの個々の部品データ（接続関係）をもとにその時点で分解可能な部品をすべて抽出する。次に、各部品がもつ接続関係に対する分解の優先順序（選択規則）に基づき、それらの分解可能部品の中から分解対象候補部品の選択を行う（仮説生成）。そして、抽出された分解対象候補部品に対して3次元形状情報を用いて、干渉チェックを行い（仮説検証）、分解対象部品が抽出されるまでこのプロセスを繰り返す（generate and test）。最後にその分解対象部品が分解されることによる接続関係の解放作業を行う。これらをすべての部品が分解されるまで行う。

この処理手順において、分解可能部品から分解対象部品を選択する際に、同じ優先順位を持つために、複数の分解対象候補部品が抽出される場合がある。したがって、干渉チェックを行っても、分解対象部品が複数個選択される場合がありうる。この場合において、これら複数の分解対象部品を分解手順の候補として同時に取り扱い (multiple context)、さらに分解手順の生成において、分解作業に評価コストを導入して、そのコストに基づいて準最適手順を探索する (仮説検証)。

デモ内容

- ①本システムの起動をかけると、P S Iのビットマップディスプレイ上に、分解手順を生成する推論の結果を表示するためのウィンドウが現れ、処理が開始される。
- ②グラフィックディスプレイ上に、分解対象となる旋盤の主軸全体のグラフィック表示が現れ (図1)、分解手順の生成が開始される。

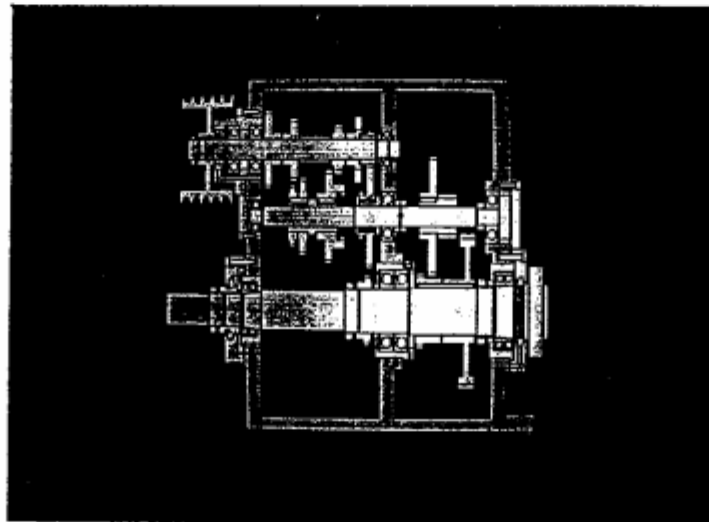


図1

- ③上記で述べた分解対象部品の選択の部分において、分解対象部品となりうるすべての分解対象候補部品を同時に取り扱う。干渉チェックを行う各ステップにおいては、その時点で行われた干渉チェックの内容を示す表示ウィンドウ (図2) を、P S Iのビットマップディスプレイ上に表示することができる。この表示ウィンドウはメニューウィンドウになっており、分解手順名をマウスによりセレクトすると、その分解対象部品に対する干渉チェックの様子が、グラフィックディスプレイ上でグラフィック表示される (図3)。さらに、その干渉チェックの内容に関する手順の説明およびその詳細な説明の表示も可能となる。 (図4)

干渉チェックウィンドウ	
<< 分解手順名 >>	<< 分解対象部品 >>
分解手順1_1	部品#25
→ 分解手順1_2	部品#26
分解手順1_3	部品#52
→ 分解手順1_4	部品#60
グラフィック表示	On Off
干渉チェック方法表示	On Off
干渉チェック方法説明	On Off
EXIT	

図2

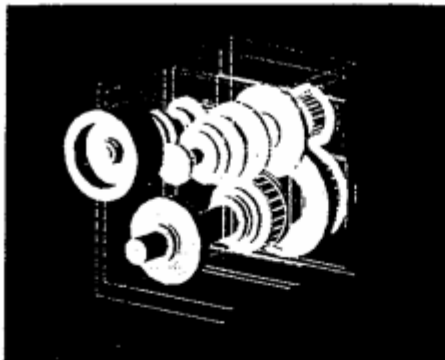


図 3

④上記同様、複数の分解対象候補部品を同時に取り扱う際に、分解対象作業におけるコストの評価を行う。この評価の各ステップにおいては、その時点でまだ準最適な分解手順の候補として残っているすべての分解手順名と、その各々の評価コストを示す表示ウィンドウ（図5）を、PSIのビットマップディスプレイに表示することができる。この表示ウィンドウはメニュー・ウィンドウになっており、分解手順名をマウスによりセレクトすると、その分解手順によるその時点までの分解の様子が、グラフィックディスプレイ上でグラフィック表示される。さらに、その時点までの分解手順の履歴およびその詳細な説明の表示も可能となる。この詳細な説明とは、その分解手順が生成された各分解対象部品が選択された時点での、分解可能部品の情報・選択規則のルール番号および分解方法等である。

部品#2を分解する場合の干渉チェックです。
 部品#2をX軸の正方向（右方向）に分解します。
 部品#2がシャフトですので、以下の干渉チェックを行います。
 以下の部品ブロックが、シャフト（部品#2）を分解するにあたりバラバラになりますので、
 個々の部品ブロックに対してY軸の正方向（上方向）に分解する場合の干渉チェック！を行います。

部品#2 ⇒ (部品#104, 部品#9, 部品#79, 部品#5, 部品#6, 部品#12,) ⇒ [部品 (部品#27), 部品 (部品#18), 部品ブロック (部品#4, 部品#19) の手順で分解を行うための干渉チェックを行います。
 この分解において、干渉しあう部品はありません。

図 4

<<分解手順名>>	<<評価コスト>>
分解手順1	5
分解手順2	5
分解手順3	5
分解手順4	5

グラフィック表示	On	Off
分解手順表示	On	Off
分解手順説明	On	Off

STEP RUN

図 5

⑤推論が終了すると上記表示ウィンドウと同様の機能をもつウィンドウが現れ、準最適な分解手順がグラフィックディスプレイ上で表示可能となる。さらに、その分解手順の履歴およびその詳細な説明の表示も可能となる（図6）

工作機械の主要分解手順生成実験システム

<<< 入力データ >>> data0 data4 data80 data80_n data80_e data80_l

部品#2がシャフトです。
 部品#1がハウジングです。

分解 ON STOP CONT

45), 部品 (部品#101), 部品ブロック (部品#32, 部品#33, 部品#39)] ⇒ 部品#45 ⇒ 部品#43 ⇒ 部品#46 ⇒ 部品#24 ⇒ 部品#47 ⇒ 部品#32 ⇒ 部品#33 ⇒ 部品#39 ⇒ 部品#35 ⇒ 部品#78 ⇒ 部品#27 ⇒ 部品#31 ⇒ 部品#77 ⇒ 部品#39 ⇒ 部品#2 ⇒ (部品#104, 部品#9, 部品#79, 部品#5, 部品#6, 部品#12, 部品#13, 部品#14, 部品#105) ⇒ [部品 (部品#27), 部品 (部品#18), 部品ブロック (部品#4, 部品#19, 部品#3)] ⇒ 部品#105 ⇒ 部品#14 ⇒ 部品#13 ⇒ 部品#12 ⇒ 部品#4 ⇒ 部品#3 ⇒ (部品#19) ⇒ 部品#26 ⇒ 部品#30 ⇒ 部品#31 ⇒ 部品#10 ⇒ 部品#5 ⇒ 部品#6, 部品#79) ⇒ 部品#104 ⇒ 部品#15 ⇒ 部品#10 ⇒ 部品#7 ⇒ 部品#55 ⇒ [部品 (部品#1)] ⇒ RT

部品#15 子番x [co, col, 0, 0, 0]
 部品#55 子番x [0, 0, 0, 0, 0]
 部品#104 子番x [co, [co], 0, 0

<<< 出力データ >>>

<< 分解手順 >>	<< 評価コスト >>
分解手順1	48
分解手順2	48

グラフィック表示 On Off
 分解手順表示 On Off
 分解手順説明 On Off

WRITE END

図 6