

機械部品組立における TMS を用いた再計画

4F-6

西村和久・安部憲広・辻三郎
大阪大学

1.はじめに

組立説明文より自動的に機械部品の組立を行なわせようとする際、自然言語の解析において、その特有の曖昧性ゆえに、各部品に対する操作を一意的に生成することが出来ない。そこで各部品に対する操作を仮説として生成し、組立における因果関係を記録しながら組立シミュレーションを行ない、誤った組立を行なった場合に、その再計画をTMSの依存に基づくバックトラックにより効果的に行なう方法について述べる。

2.システム構成

本研究のシステム構成を図1に示す。

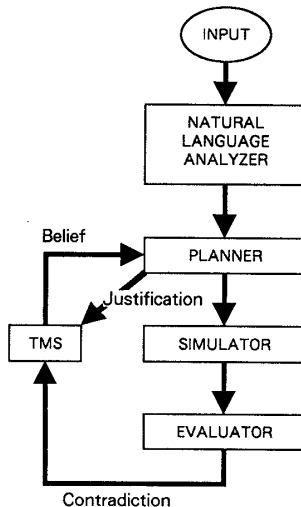


図1.システムの概要

辻研FAIグループでは、これまでに自然言語からの機械自動組立を研究してきた[1]。本研究では、従来のこのシステムにTMSを導入し、それに応じてプランナーを改良している。

3.TMS (Truth Maintenance System)

TMSは不完全な知識から仮説をもとに、演繹に関する情報を記録しながら結論を導きだし、そのようにして導いた結論が誤りであることが判明した場合には、演繹に関する記録をもとに効率よくそれを修正するデータベース管理システムである[2]。

従来のTMSでは、候補となる仮説があらかじめわかっている状態で処理を行うが、本研究では、人間と同じようにとりあえず1つ生成した仮説をもとに推論を進め、つまづいた時点で、別の仮説を生成して用いることができるようにTMSを改良した。そのために常にoutのノードocを導入し、仮説のoutリストの要素とした。

4.TMSによる組立の再計画

4.1. 組立における理由付け

本研究の目的は、TMSを用いた効率よい再計画である。この場合、重要となるのは、各組立ステップにおいて記録していく、組立に関する理由付けである。誤った組立を行なった場合に、その原因と考えられる組立操作の仮説を効率よく導いてくるためには、一連の組立過程においてははっきりとした因果関係が記録されていなければならない。そこで本研究では、次のような考え方のもとに因果関係を記録していくことにする。例えば、"ある部品を穴に挿入する"という操作を行う場合、その理由付けとしてその穴が存在するということと、挿入するという組立操作が存在するということがその組立を行う理由付けとなると考えるのである。

4.2. 実行例

今回用いた組立対象の例を図2に示す。

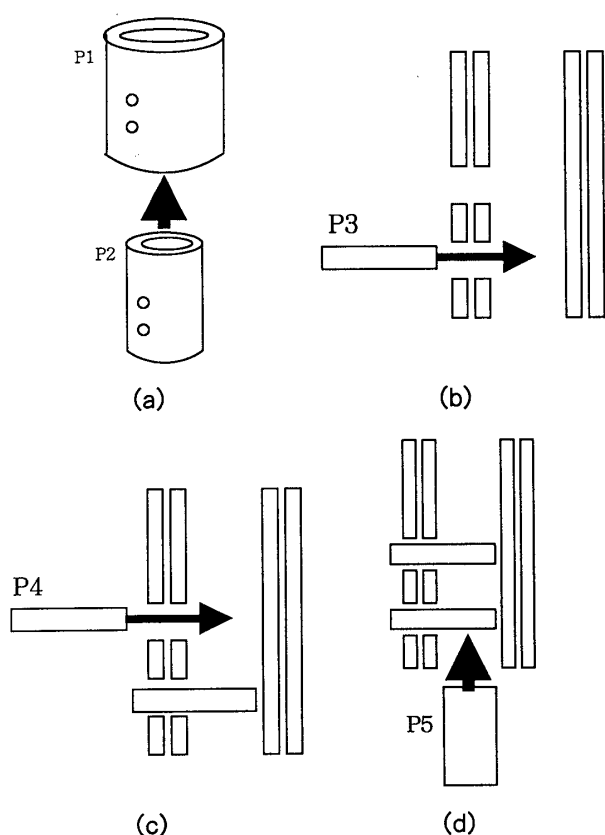


図2.組立手順

記録するノードは、組立操作(action)と部品の3次元位置データノード(location)である。記録したノードと、前節の考え方に基づいてノードに付した理由付けを図3に示す。

- (a) $\left\{ \begin{array}{l} N1 : \text{location } (p1, s0) \quad (SL \ () \ ()) \\ N2 : \text{action } (\text{insert}, p2, s1) \quad (SL \ () \ ()) \\ N3 : \text{location } (p2, s1) \quad (SL \ (N1, N2) \ ()) \end{array} \right.$
- (b) $\left\{ \begin{array}{l} N4 : \text{action } (\text{insert}, p3, s2) \quad (SL \ () \ (oc)) \\ N5 : \text{location } (p3, s2) \quad (SL \ (N1, N3, N4) \ ()) \end{array} \right.$
- (c) $\left\{ \begin{array}{l} N6 : \text{action } (\text{insert}, p4, s3) \quad (SL \ () \ (oc)) \\ N7 : \text{location } (p4, s3) \quad (SL \ (N1, N3, N6) \ ()) \end{array} \right.$
- (d) $\left\{ \begin{array}{l} N8 : \text{action } (\text{insert}, p5, s4) \quad (SL \ () \ ()) \\ N9 : \text{location } (p5, s4) \quad (SL \ (N3, N5, N8) \ ()) \end{array} \right.$

図3.ノードの登録

この時、ノード間の依存関係は、図4のようになっている。

この一連の組立が終了した時、p5が固定接続されていないので、組立として正しくないことが検証システムにより発見される。そこで、TMSに矛盾を通知するためにcontradictionノードを登録する。

$N10 : \text{contradiction} \quad (SL \ (N5, N9) \ ())$

この時TMSは、依存関係のネットワークをたど

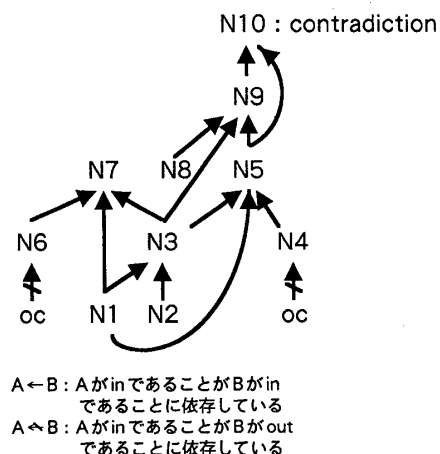


図4.依存関係

り、矛盾の原因となるアサンプションを発見する。図4においては2つのアサンプション(N4, N6)のうち、依存関係よりN4が矛盾の原因とされ、そのoutリストがocであることより、別の仮説を生成するようにプランナーに指示する。プランナーは、別の仮説を生成し、適当な理由付けを付けてノードとして登録する。これにより、前の仮説N4と、それがinであることによりinとなるノード等がすべてoutになり、生成した新たな仮説とともに、組立の再計画が行われることになる。

chronologicalなバックトラックの場合には、p4の操作について別解を探すか、このように、TMSを用いることにより、誤った組立(矛盾)が生じた時、その誤りに無関係なノード(この場合はN6、すなわちp4についての操作)は評価されない。これにより効率的な再計画が実現される。

5. おわりに

機械自動組立において、因果関係を記述しながら組立を進めて行くことにより、誤った組立を行った時に、TMSの依存に基づくバックトラックにより効率的にその原因を発見し、再計画を行う方法について報告した。

参考文献

1. 安部, 石川, 辻: "組立説明文からの組立手順の生成", 人工知能学会誌, Vol. 3, No. 5, pp. 60~68
2. Doyle, J.: "A truth maintenance system", Artif. Intell., Vol. 12, pp. 231-272(1979).