

# 機械部品組立て説明図における部品の3次元構造の認識 --組立説明図より得られた組立情報の利用

Recognizing the 3-D Structure of a Part Using Assembly Information

何 守杰            安部憲広            北橋忠宏  
Shoujie HE        Norihiro ABE        Tadahiro KITAHASHI

大阪大学        産業科学研究所  
The Institute of Scientific and Industrial Research  
Osaka University

あらまし    本報告では、組立説明図からの組立情報を利用した部品の3次元構造の認識方法に関して、考察を行う。従来、図面の3次元解釈に関する研究はボトムアップの考え方で、画像を処理した結果である2次元の何等かの形状より3次元構造を推定する。ここで考察するのはトップダウンの考え方に従って3次元構造の認識方法である。部品の3次元構造を認識するのに利用する組立情報の獲得に関しても検討する。

**Abstract** In this paper a method is proposed that is used to understand an assembly procedure & 3-dimensional structure of mechanical parts from the illustrative diagram in an assembly manual. The method uses the assembly information obtained by extracting the auxiliary lines--the element factors which exist only in an illustrative diagram in an assembly manual and express the assembly construction between the part to be recognized and the other parts. So far the research restoring 3-dimensional structure from 2-dimensional drawings is done by means of bottom-up. But the method reported in this report follows the ideas of top-down.

## はじめに

我々は機械組立説明図を対象とし、その理解を最終目標として研究を始めた。機械組立説明図を理解するとは図中から、部品を意味する図形の3次元構造を抽出すること、及び部品間の組立構造を推測することの2つが包まれる。そのうち組立説明図に描かれている機械部品の3次元構造の抽出法について、本稿で報告する。

これまで2次元図形に対する3次元解釈に関する研究は数多く行われてきた。しかし、人間の視覚の恒常性という知識の利用しか考えていないのが現状であり、ボトムアップ処理の考え方によって、画像を処理した結果である2次元図形から3次元の復元を行っている。これによって本報告は対象図面が組立説明図であることを利用したトップダウン手法を用いて対象図面を処理する。先ず組立構造を表す補助線に関する

知識を用いて補助線を抽出することにより補助線によって表される組立情報を獲得し、続いてこれを利用して部品の構造に関する推測処理を行う。

本報告では、まず具体的な組立説明図を例として図面中の組立構造を表す補助線の認識に必要な知識について考察を行い、次に補助線を認識することにより得られる組立情報、具体的には、2つの部品間の接合関係と複数部品間の組立順序の2つの組立情報、について考察し、最後に組立情報を利用した部品の3次元構造の認識の方法に関して検討する。

## 1. システムの構成

本機械部品組立説明図理解システムの全体図をFig. 1に示す。

第1段階において、組立構造を表す補助線に

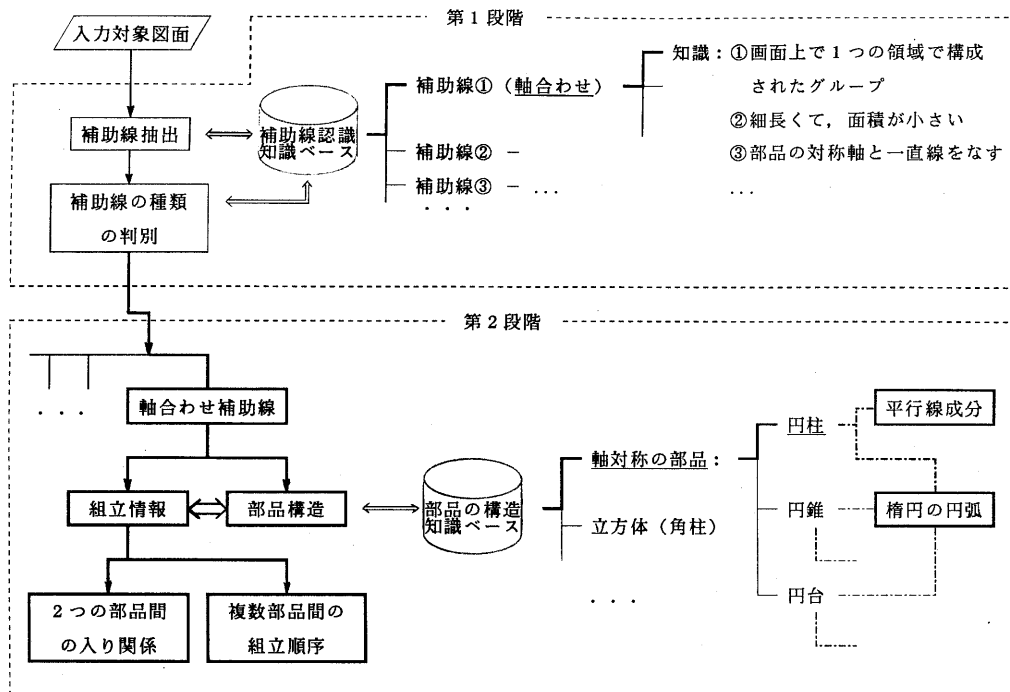


Fig.1 システムの構成

分類抽出するための知識ベース（以下では単に補助線認識知識ベースと略称する）が用いられる。補助線認識知識ベース中の知識は組立説明図に現れる補助線の頻度に従って優先順序がつけられている。各知識は、補助線がどのような種類の補助線かを分類するための画像特徴を条件として持っている。図中から抽出された図形が補助線か否かがこの知識を参照することによりわかる。

第2段階では、抽出された補助線の種類に応じて、組立情報や部品の3次元構造とそれらの接合関係をなどを予測する。

本報告では、円柱のプラスか或はマイナスによって構成された部品があり、且つ部品間の組立構造が軸合わせ補助線によって表される組立説明図を例として取り上げ、それらの軸合わせ補助線を識別するのに用いる知識及び組立情報の獲得について考察を行った後、組立情報の利用による部品の3次元構造の認識について検討する。

## 2. 補助線の抽出及び組立情報の獲得

Fig. 2 (a) に示す図面は移動ロボット

に搭載するアームの組立マニュアルに現れるアームの関節を回転させるモータ部の組立説明図である。図には説明や引用線が含まれており、これらの処理も図面理解には不可欠ではあるが、現在はこれを直接画像処理の対象とせず、Fig. 2 (b) に示すように簡略化した図面を扱っている。

### 2.1 補助線に関する知識

Fig. 2 (b) に示す図面において、グループ5、グループ6及びグループ7は組立構造（具体的に言えば、軸合わせ関係）を表す補助線である。それらの補助線を抽出する際、下記の知識が利用できる。

①『軸合わせ補助線は画面上において1つの領域より構成される』。入力対象図面を前処理で領域分割すると同時に領域間の関係を記述する。さらに領域間の関係を利用して、グループ分け処理を行う。領域分割の際、単なる連結成分により処理を行っているため、Fig. 2 (b) 中のL1とL2も各々1つのグループとなる。このうち、L1は①の知識で表される性質を有するため、一応補助線の粗い候補条件を満たす。

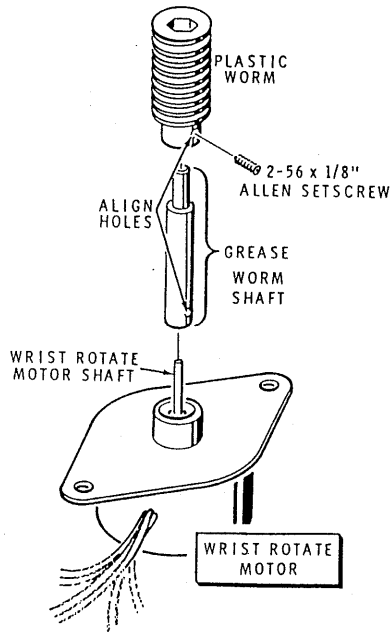


Fig. 2(a) Illustrative Diagram of an Arm

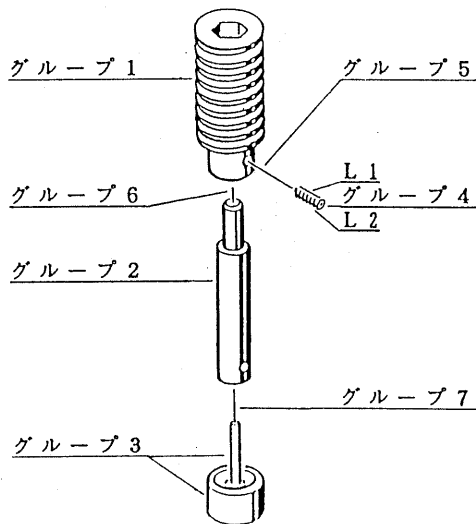


Fig. 2(b) Simplified Illustrative Diagram

②『軸合わせ補助線の候補となる領域は細長く、部品グループの面積に比べて面積比率が小さい』

③『軸合わせ補助線は必ず2つの部品グループの間に位置して、且つ少なくとも一方の対称軸と一直線をなす』。この知識を利用する前、Fig. 2 (b) に示すグループ5、グループ6及びグループ7が補助線の候補として抽出さ

れるが、同時にL1も軸合わせ補助線候補となる。しかし③の知識を利用すると、L1とグループ5は共に軸合わせ補助線の候補から棄却される。この問題は3. 章で述べる方法を利用すれば、解決できる。

## 2. 2 組立情報の獲得

Fig. 2 (b) から抽出されるべき組立情報は任意の2つの部品間の接合関係と各部品間の組立順序の2つある。

接合関係の判別はFig. 3 に示すように接合部が円柱成分であれば直径の長さの比較により行う。

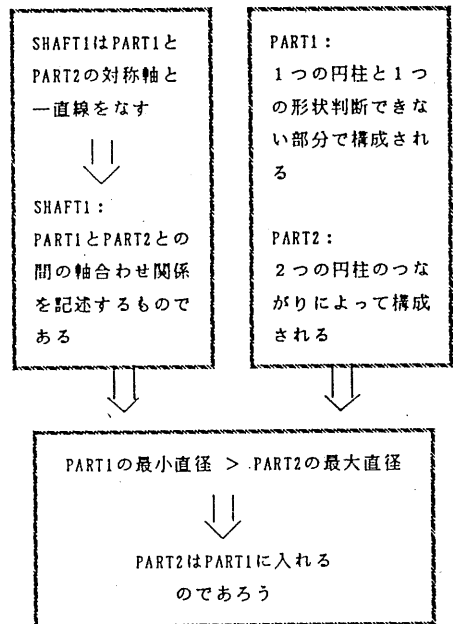
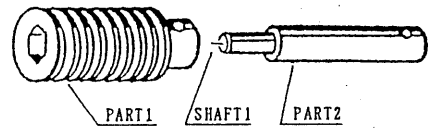


Fig. 3 入り関係の認識

図全体を考える時、複数の部品があるため、どの接合関係から先に実行させるかは重要な課題となる。この組立順序の問題に対して下記のことを知識として利用できる。

○軸合わせ補助線で表される組立構造にある2つの部品は、両者の対称軸が共にその補助線と一直線をなせば、先にこの入り関係を実行さ

せる。

○3つ以上の部品が一直線に並び、且つそれらの部品の対称軸が関連した補助線と一直線をなせば (Fig. 2 (b) のグループ1, グループ2とグループ3の間の組立構造の場合), 通常細い部品から太い部品への順序が組立順序と推測する。

以上述べてきたことから見れば, 組立順序を決定するのに部品の対称軸を見出す処理が必要となる。しかし, 部品の対称軸を認識する処理までいけば, 実際はすでに部品の3次元構造の認識処理段階に入る。従って, Fig. 1に書かれている通り, 組立情報の獲得と部品構造の認識との2つの処理は互いに前提として利用することができる。

### 3. 部品の3次元構造の認識

部品の3次元構造を認識する処理の手順の概要はFig. 4に示す通りである。Default処理の意味は軸対称の部品以外の部品の構造認識のことである。

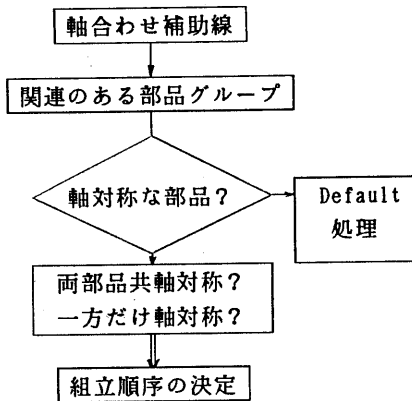


Fig. 4 部品構造の認識の概略手順

軸合わせの補助線で結ばれている2つの部品のうち, 少なくとも一方の対称軸がその補助線と一直線をなすという知識を利用して, 軸対称な部品の抽出処理を行う。軸対称な部品の抽出手順をFig. 5に示す。

実際は部品の構造の認識段階に入っていない段階では, Fig. 2 (b) に示すグループ5とL1は一応補助線の候補として扱っているが, 軸合わせ補助線であるとは言えない。その理由

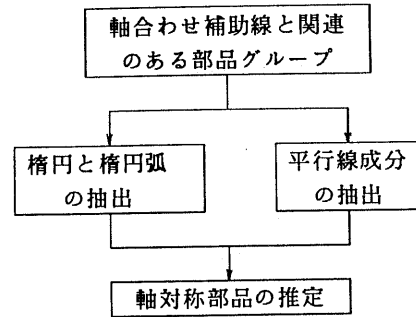


Fig. 5 軸対称部品の認識手順

は両方とも軸合わせ補助線が満足すべきな知識③の性質を有していないからである。しかし, L1がL2と一緒に1つの部品を表していると仮定して検証すれば, グループ5は軸合わせ補助線であると判定できる。同時にL1とL2は1つの円柱を構成する部品であることが認識できる。

接続関係や部品要素間で当然成立すべきと思われる結合関係や組立手順の常識を利用すれば, さらに部品の3次元構造に関しては, 構造の詳細まで推測して, 認識できる。

### 4. おわりに

本報告では, 組立説明図より部品の3次元構造を認識することを主題とし, 取り扱っている組立図面に特別に有する利点—補助線を利用して部品の3次元構造を認識する方法について検討した。今後の課題としては, システムの汎用性についての検討を加えることがある。

### 謝辞

日頃から熱心に御助言御指導を戴く, 北橋研究室の平井誠助手, 淡誠一郎助手に感謝致します。また日頃から有益な御討論を戴く渡辺佳映氏, 神田亨子様, 伊藤知洋氏に感謝致します。

### 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
- [2]何, 安部, 北橋: "部品組立マニュアルにおける説明図理解システム", 1988年 第19回画像工学コンファレンス, pp.161-164
- [3]何, 安部, 北橋: "組立説明図からの組立情報の獲得", 情報処理学会第38回全国大会