

組立説明図における説明補助オブジェクトの自動配置

7S-9

勝間 教†

淡 誠一郎†

馬場口 登†

北橋 忠宏†

†大阪大学 産業科学研究所 †近畿大学 理工学部

1 はじめに

複数メディアを用いたドキュメント生成の自動化に向けて、機械の組立説明書を自動生成するシステムの構築を進めている。組立説明書の説明の中心となる説明図は、機械の分解図と部品に対して配置される説明補助オブジェクトから構成される。説明補助オブジェクトは、部品の属性や部品間の関係を示す図の構成要素であり、部品説明や組立説明にとって必要不可欠である。また、説明図と説明文との間のクロスモーダルな情報の表現を実現する上でも重要な役割を果たしている。

我々は、分解図に対して説明補助オブジェクトである部品ラベル及び呼び出し線を自動配置する一手法 [1] を提案したが、この手法では、分解図によっては配置できない場合や視認性のよくない場合があった。そこで、扇状呼び出し線を用いることにより、このような場合に対して柔軟に対応できる手法を提案する。

また、部品の組立に関する部分や組立方向を明示するための説明補助オブジェクトである連絡線の配置については、その必要性にもかかわらず検討されていない。本研究では連絡線の自動配置手法についても検討する。

2 ラベル及び呼び出し線の自動配置手法

ラベル及び呼び出し線は、次の制約 [2] を満たすように配置される。

1. 部品とラベル、ラベルとラベル、ラベルと呼び出し線、呼び出し線と呼び出し線が重なってはならない。
2. 部品グループは、基本軸 (3次元での X, Y, Z 軸を投影した軸) 方向の軸をもち、部品ラベルはこの軸方向に平行に並ばなければならない。
3. 図1のように、部品グループ領域の中心に対して、扇の中心が基本軸方向あるいは画像上での水平方向に位置しなければならない。

制約 2,3 における部品グループとは、組立における部品の属性や位置関係などを考慮して部品を分類したものである。この部品グループを単位として配置を考えることにより、視認性の良いラベル配置を導出できる。

制約 3 において従来手法では、グループ領域の中心と扇の中心との距離を無限大のみに限定していた。すなわち、同グループに属す部品に対する呼び出し線は平行であると限定していた。このため、同グループに属す部品同士のラベルが重なり、配置が不可能になる場合があった。また、部品画像を構成する線分は主に基本軸方向に描かれているため、呼び出し線と重なりやすく、部品とラベルの対応の認識しづらい配置結果になる場合があった。本手法では、従来手法での制約を制約 3 のように緩和し、扇の中心とグループ領域の中心との距離に自由度をもたせることにより、このような場合に対応できる。

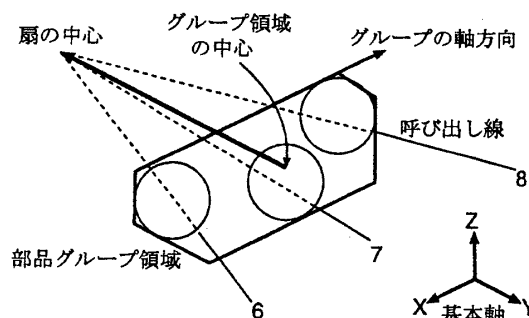


図 1: 扇状呼び出し線における扇の中心の位置

入力情報として部品番号、分解図における部品の頂点座標列、部品グループを与える。

まず、部品の頂点座標列をもとに、図1のように各部品グループを基本軸に平行な辺をもつ六角形で囲み、部品グループ領域とする。領域の最も長い辺の方向をグループの軸方向とし、この軸方向によりラベル配置方向の候補を定める。次に、部品の数が多い部品グループを優先して、ラベル及び呼び出し線の配置位置を決定していく。各部品グループでは、ラベル配置方向の候補に対して、他グループに属す部品の数やラベル配置位置までの距離等を調べ、これらの値をもとに方向に順位をつけ、順位の高い方向を優先して以下の手続きをとる。

1. 平行呼び出し線の配置

部品グループに対して平行な呼び出し線とラベル領域を配置する。このとき、このグループに属す部品同士のラベル領域が重なる場合、あるいは、呼び出し線がそれと平行な部品線の近傍に配置されてしまう場合、平行呼び出し線の配置はとりやめ、次の扇状呼び出し線の配置を試みる。

2. 扇状呼び出し線の配置

同グループに属す部品同士のラベル領域が重なる場合、図2のように、扇の中心をグループ領域の中心の方向へ、ラベル領域が重ならなくなるまで近づける。また、呼び出し線の近傍領域にそれに平行な部品線がある場合、同様に扇の中心をグループ領域の中心の方向へ、部品線のどちらか一方の端点が近傍領域外にでるところまで近づける。

扇の中心の位置をもとに呼び出し線とラベルの配置位置を求める。さらに、この配置に対して制約1の重なりを検査し、重なりがある場合、方向を次の順位にして手続き1に戻る。

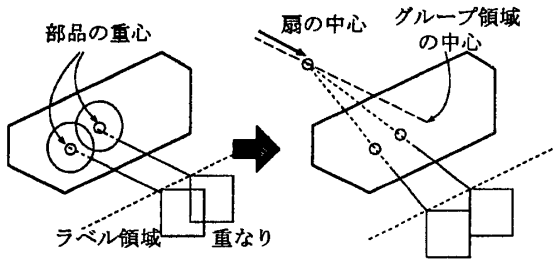


図2: 扇の中心位置の導出

このような手続きにより、各グループに対して配置位置を決定する。あるグループに対して全く配置できない場合、1つ順位の高いグループに対する手続きにバックトラックする。配置できた場合、次の順位のグループの手続きに進む。

以上のようにして、全てのグループの配置ができたならば、ラベル領域に実際のラベルを配置する。

3 連絡線の自動配置手法

ここでは部品の組立の大部分を占める軸合わせ挿入を表す連絡線の配置について考える。連絡線は組立部品間に置かれ、それが表す組立情報は組立の際の部品の位置合わせ及び挿入方向と、部品の向き(相対する部分:組立部分ペアと呼ぶ)とである。軸合わせ挿入に係わる部品または孔は回転対称軸をもつものが多く、これを組立軸と呼ぶ。これは挿入の方向と位置合わせのキーとなる。

入力情報として、各部品の組立軸の位置と方向、組立情報の獲得 [3] により導出される組立部分のペア、分解図生成 [3] により得られる分解図における各部品の位置を与え、以下の手続きにより連絡線を配置する。

1. 入力情報より、分解図における該当部品の位置を求める。
2. 該当する各部品の組立軸の位置と方向を求める。
3. 挿入方向に相対する部品の組立軸が一致している場合は、組立部分ペアの間に組立軸を線分で配置する(図3左)。一致しない場合は折れ線を配置する(図3右)。この時、折れ曲がる部分の線分は基本軸方向になるように配置する。

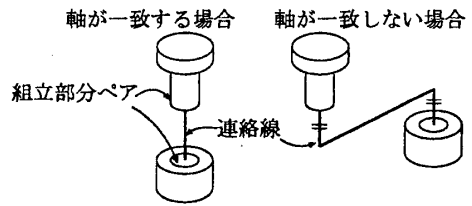


図3: 連絡線の配置

このようにして全ての組立部分ペアの間に線分あるいは折れ線を配置し、陰線処理を施すことにより連絡線を配置する。

4 実験

本手法を計算機上に実装し、分解図に対して説明補助オブジェクトを自動配置させた。結果を図4に示す。

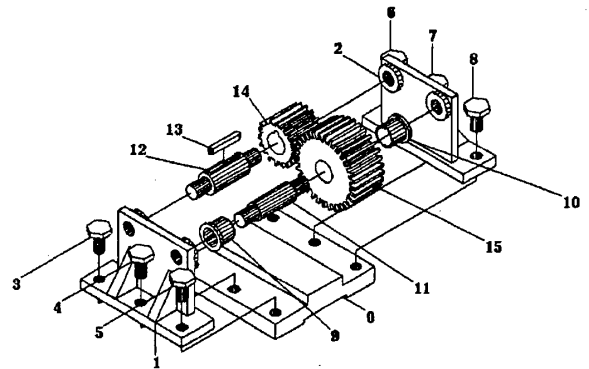


図4: 実験結果

図4においてラベル10は呼び出し線の近傍に平行な部品線があるため、ラベル12とラベル13はラベル領域が重なるため扇状に配置された。また連絡線により組立部分や組立方向が明示されることがわかる。しかし、図の視認性をより向上させるために、視点方向や部品配置等を考慮した連絡線の配置手法を検討する必要がある。

5 おわりに

本稿では、分解図に対して部品ラベル及び呼び出し線、連絡線を自動配置する手法について述べた。しかし、本手法では視認性のよい連絡線の配置については考慮しておらず、今後はこれについて検討していく。

本研究は、科研基盤研究(A)07408006、奨励研究(A)08780384に依っている。

参考文献

- [1] 勝間, 大矢, 田村, 李, 淡, 馬場口, 北橋: “組立説明図におけるメタオブジェクトの自動配置”, 1995年電子情報通信学会春季大会, D-588,7-314(1995).
- [2] 永山, 三代川: “実践テクニカルイラストレーション”, 日刊工業新聞社, pp.186-198,(1981).
- [3] 大矢, 李, 淡, 馬場口, 北橋: “機械組立を対象とした図と言語による説明生成”, 電子情報通信学会技術報告, Vol.94, No.509, PRU94-125(1995).