

フリーハンド手書き機械図面認識システム FREEHANDの機能と評価

2M-6

有馬幸生 本多庸悟 金子俊一
東京農工大学工学部

1. 概要

東京農工大学、本多・金子研究室では1984年以来、計算機におけるマンマシンインタフェースの一例として、フリーハンドで書かれた機械部品図面（以下、フリーハンド図面）を認識するシステムの研究・開発に取り組み、1992年にはスキャナから入力された2面図の認識及び3次元形状復元を行うシステムFREEHANDを実現した。本報では、このようなトータルなシステム全体の機能及びその評価について報告する。

2. FREEHANDの概要

FREEHANDは図1のように、フリーハンド図面（図式的構造¹⁾）を認識し清書図面を生成する清書図面生成部と、清書図面データから3次元形状（機能的構造¹⁾）を復元する3次元形状生成部の二つからなる。

2.1 清書図面生成部

清書図面生成部は、まずスキャナにより得られた図面データを原始要素の連結グループの大きさをもとに図形部と文字・記号部に分離する。図形部は特徴点（端点、交点、折れ曲がり点）とそれらを結ぶベクトル列で表される線図形を生成する²⁾。この線図形から形状情報要素（外形線、破線、一点鎖線）と寸法情報要素（矢先、寸法線、寸法補助線）を分離する⁴⁾。寸法情報の抽出は、形状的特徴から矢先を発見し、それに連結するベクトル列を追跡して行われる。形状情報要素の認識は、円、円弧、直線、破線及び一点鎖線の順に、ベクトル列の属性や連結関係及び文字・記号部の認識結果に基づいて行われ、さらに形状情報要素間の連結関係や包含関係も認識される。文字・記号部は、輪郭構造解析法とフーリエ解析法を併用して各文字を認識し、ついで知識処

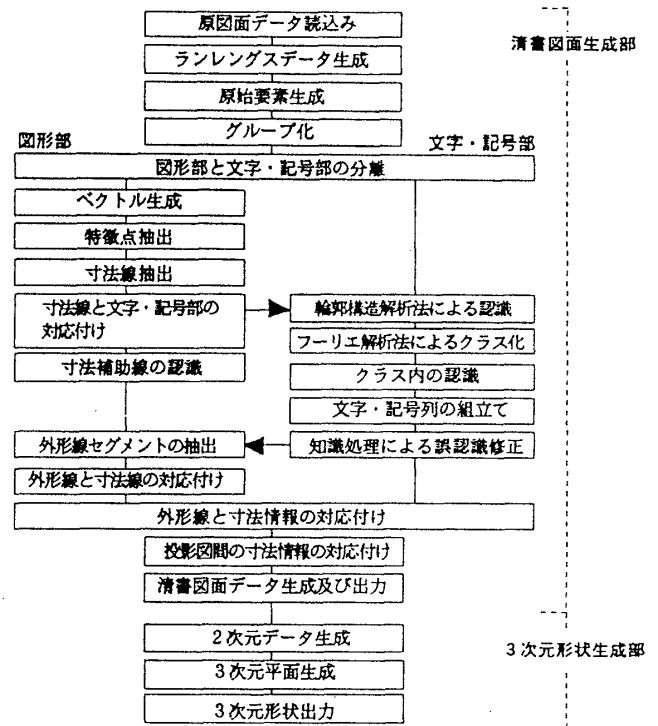


図1. FREEHANDの処理の流れ

理を用いて文字列を調べ、修正し確定する³⁾。このように認識された図形部と文字・記号部は知識処理を用いて各投影図内及び投影図間の寸法付けが行われ^{6) 8)}、清書図面データが生成される。

2.2 3次元形状生成部^{5) 7) 9)}

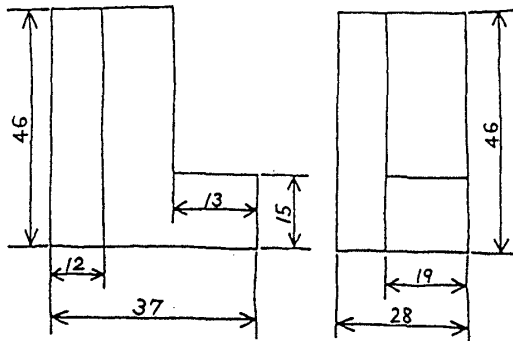
清書図面生成部で生成された清書図面データは、各形状情報要素の連結関係、包含関係及び寸法値を持っている。3次元形状生成部ではこのデータから各投影図の面を構成し、各投影図間で面と辺の対応付けを行う。これにより水平面を除く形状が生成され、次にこの形状のうち面が結合していないセグメントでループを描くものに水平面を与え、閉じた形状を完成する。

3. 対話型修正機能

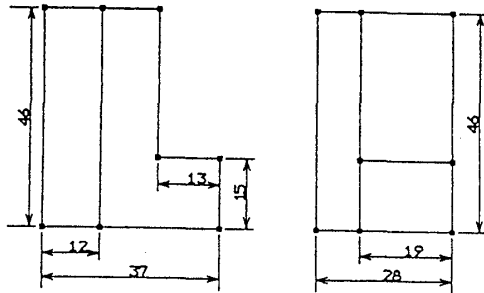
清書図面生成部について、対話型のデータ修正機能を導入した。これは、対象とするフリーハンド図面が手ふれ等のノイズを多く含み、自動認識だけでは対応できないことが多いと考えられるためである。対話型修正機能は、①ユーザ側から修正対象を指定するもの（ベクトル化及び文字認識処理に導入）と、②システム側から確認及び修正を促すもの（外形線認識処理に導入）がある。これらにより、誤認識によるデータ間の不整合を補正することができる。

4. 実験

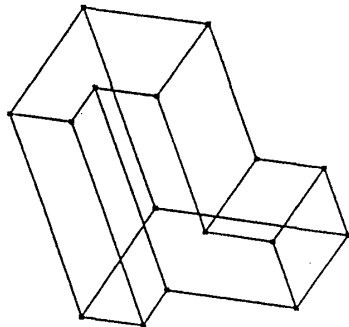
FREEHANDによる認識例を図2に示す。



(a) 入力図面



(b) 清書図面出力結果



(c) 3次元形状生成結果

図2. FREEHANDによる処理例

5. フリーハンド図面理解における問題点

5.1 線図形生成及び認識処理の問題

FREEHANDではフリーハンド図面に含まれるノイズを軽減するため、線図形生成の際に原始要素を用いる。これにより、線の飛出し、揺れ、幅の変動を吸収できるが、一方では短い線などの細かい形状的特徴が失われる。

5.2 図面要素の分離処理に関する問題

機械図面は形状情報要素、寸法情報要素、文字・記号というそれぞれ性質の異なる図面要素で構成されるため、効率的な認識を行うにはそれぞれを分離する必要がある。現システムの処理はシーケンシャルに行われ、分離の失敗によるデータの不整合に対応しない。認識結果をフィードバックして不整合を解消しながら処理を進めることが必要である。

5.3 各図面要素間の対応付けの問題

それぞれの図面要素の情報を結合することで図面の持つ図式的構造が生成される。図面要素の結合には図面特有の記述規則を考慮する必要がある。FREEHANDでは各要素の位置情報に加えて知識処理を用いて対応付けを行うが、多様な図面に対応するには知識が十分でない。

6. まとめ

フリーハンド図面を対象に、図面の持つ図式的構造及び機能的構造を認識するシステムを構築し、その評価を行った。今後、より柔軟な認識を可能とし、多様な図面への対応をめざす。

参考文献

- 1) 本多ほか：機械図面の認識〔手書き図面を中心として〕（第1報），昭和60年度精密工学会秋季大会学術講演会論文集，865，1985。
- 2) （第2報），昭和61年度精密工学会春期大会，179，1986。
- 3) （第3報），昭和62年度精密工学会春季大会，547，1987。
- 4) （第4報），昭和62年度精密工学会秋季大会，549，1987。
- 5) （第5報），平成2年度精密工学会春季大会，347，1990。
- 6) 本多ほか：フリーハンド手書き図面の認識システム，情報処理学会第36回（昭和63年前期）全国大会，1885，1988。
- 7) 本多ほか：手書き機械図面認識における2面図からの3次元形状データの生成，情報処理学会第42回（平成3年前期）全国大会，pp.303-304，1991。
- 8) T.Honda et al. : RECOGNITION OF FREEHAND MACHINE DRAWINGS, Proc. of 3rd ICCAPE, pp.104-113, June 1988.
- 9) T.Honda et al. : 3-D Shape Reconstruction for Recognition of Freehand Machine Drawings, Annals of the CIRP, Vol.42/1, pp.185-188, 1993.