

パラメトリック設計手法のCADシステムへの適用

2R-10

森末尚志 小笠原耕太郎 小堀研一
 シャープ株式会社

1. はじめに

近年、CADの分野においては、形状規定や修正などの各種形状処理の手法が重要な研究テーマの1つとなっている。特に、機械部品などの形状設計の分野では、製品の品質化や多様化あるいは商品化サイクルの高速化に対処するため、操作性・機能性に優れたCADシステムの実現が望まれている。しかし、従来の形状設計システムにおいては、設計者の設計意図を反映させることが難しい、あるいは柔軟な形状修正が困難といった問題点が指摘されている。

本研究では、上記の問題点の一解決手段として、形状定義手法の一つであるパラメトリック設計手法¹⁾を機械系CADに適用した形状処理システムの開発を行っている。パラメトリック設計とは、設計者が形状に対して各種寸法を設定することにより形状を規定する設計手法である。形状の幾何データは特徴点によって定義され、設定された寸法から特徴点の座標値を未知数とした方程式(寸法拘束方程式)を立て、これを解くことにより特徴点座標を算出する。パラメトリック設計は、①形状の位相と幾何情報を切り離して考えることができる、②距離が等しい・二辺が平行といった寸法以外の拘束条件も用いることができる、③柔軟な形状修正が可能である、といった特徴がある。

しかし、従来のパラメトリック設計手法をそのままCADシステムに用いるには問題点が多い。例えば、①形状内の全特徴点を規定できるように過不足のない寸法設定が必要である、②非線形方程式が多くなると処理時間の点で問題が出てくる、③形状要素間の接続関係は特徴点共有部分以外では保持されない、などである。そこで本研究では、パラメトリック設計を従来のCADシステムに適用できるようにすると共に、上記のパラメトリック設計の問題点を解決するために、各種機能の付加を行ったので報告する。

2. パラメトリック設計の手順

本システムは、従来の製図CADシステムにパラメトリック設計部を接続した形になっている。従って、従来のCAD図面データに対してもパラメトリック設計を適用することが可能である。さらにパラメトリック設計部は、独自のデータベースを保有しており、移植性を考慮した構造になっている。また、入力的大部分を従来のCADシステム上で行うので、設計者が新たに習得すべき操作法や習得時間は少なくてすむ。

設計手順としては、まず製図CADシステム上で図面データを作成あるいはデータファイルから図面データを取り込むなどして初期の図面データを用意する(図1(a)参照)。次に、寸法入力機能を用いてその図面に対し寸法拘束を行う(図1(b)参照)。ここまでは、製図CADシステム上で行う。さらにパラメトリック設計部において、寸法拘束されたCADの図面データから形状要素間の接続関係や寸法と特徴点の関係を認識し、寸法整合のとれた修正図面データを生成し表示する(図1(c)参照)。

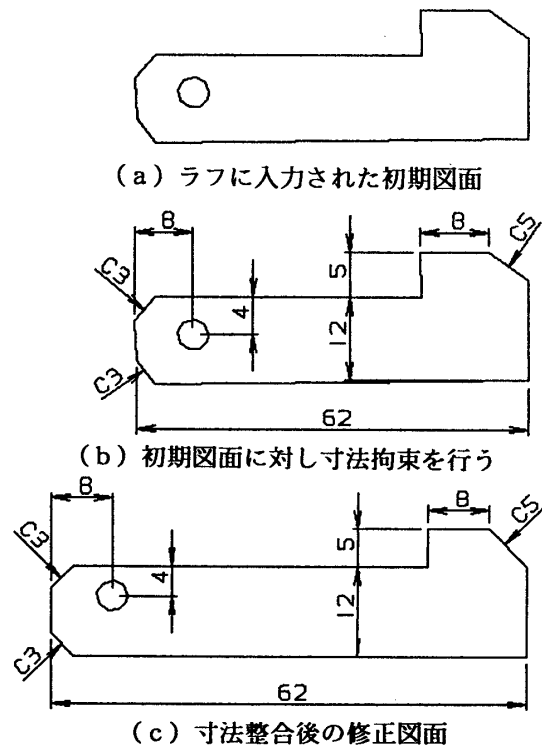


図1 パラメトリック設計の手順

3. 本システムの諸機能

本システムでは、従来のパラメトリック設計の問題点を踏まえて、以下のような機能がある。

3-1. 寸法自動設定機能

これは、ユーザにより設定された寸法が不足している場合でも、システム側でデフォルトの寸法を自動設定することにより形状規定が行える機能である。すなわち設計者は、必要な寸法の数を気にすることなく設計を行うことができる。

3-2. フィレットの除去機能

機械部品などの図面においては、図2(a)のようなフィレットの部分が数多く存在する。しかし、このフィレット部分は寸法拘束方程式に変換される際、非線形方程式となり処理時間が長くなるという問題点が生じる。本機能は、図面内にフィレットが存在する場合、システム内部において図2(b)のように一時的にフィレットを除去することにより、特徴点の数及び非線形方程式の数を減少させ、処理時間の短縮を行う機能である。なお、フィレットを除去する際、どの線分間に半径幾らのフィレットが設定されているかという情報を保持しておく。この情報は、図2(c)の修正図面データ生成時におけるフィレット復元の際に用いられる。

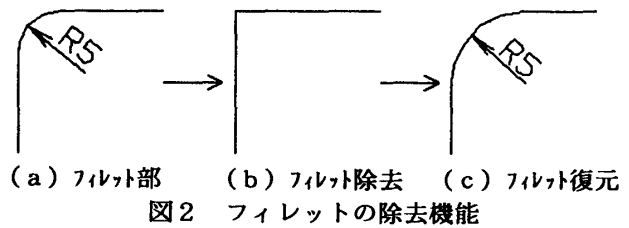


図2 フィレットの除去機能

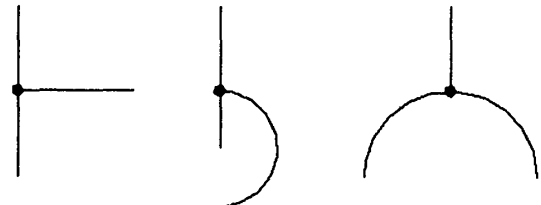
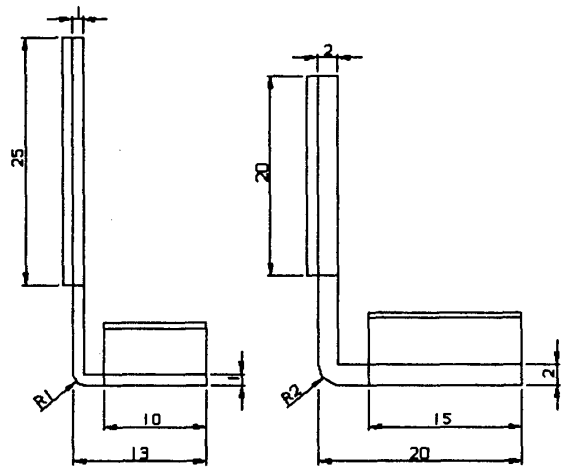


図3 形状要素切断が行われる状態

3-3. 形状要素切断機能

図3のように、ある形状要素上に別の形状要素の端点に乗っている場合、2つの形状要素は、接続部分で特徴点を共有していないので、パラメトリック設計の際、互いに離れてしまう可能性がある。本機能は、図3のような状態の場合、別の形状要素の端点に乗っている方の形状要素をその端点で一時的に切断することにより、互いに形状要素が離れないようにする機能である。

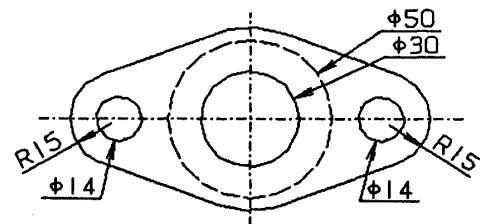


(a) 初期図面 (b) 修正図面

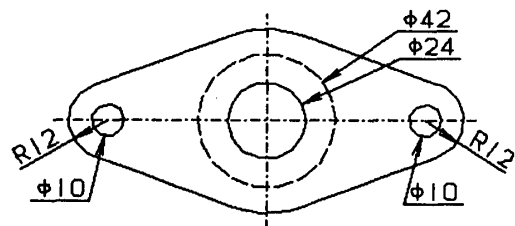
図4 適用例(1)

4. 適用例

図4~5に、本システムで生成された図面の適用例を示す。各図の(a)が初期図面、(b)が寸法値変更により整合が行われた修正図面である。なお、図5の場合の特徴点算出までのCPU時間は、フィレットの除去を行わなかった場合が14.09秒、除去を行った場合が1.07秒である(1MIPS程度の計算機を使用)。



(a) 初期図面



(b) 修正図面

図5 適用例(2)

5. おわりに

以上のように本研究では、設計者にとってより使いやすいCADシステムを実現するため、柔軟な形状処理が行えるパラメトリック設計システムの開発を行ってきた。今後、対称形状入力の簡易化など、実用化を目指した改良を行っていく予定である。

[参考文献]

1) R. A. Light and D. C. Gossard; "Modification of geometric models through variational geometry"; Computer-Aided Design; Vol. 14, No. 4 (JULY 1982)