

工業デザインにおける製品の形状生成手法

1 V-8

山田岳彦, 小堀研一, 久津輪敏郎

大阪工業大学

1. はじめに

意匠設計で、生成される製品の形状はその内部を構成する部品を外包するという考え[1]に基づいて設計を行う場合、製品形状は製品を表すラフな形状を初期形状として最初に作成し、それを基にして形の美しさや機能性の拘束条件を考えながら最終的な形状に変形していくと考えられる。そこで、本稿ではデザイナーが初期形状のモデリング省力化を図るため、三次元空間に配置されている製品形状を構成する部品を近似したプリミティブを外包する形状を自動的に生成するための手法を提案する。

2. Delaunay三角網

初期形状の生成はまず最初に配置された基本プリミティブを構成するデータ点の位置関係を把握する必要がある。このデータ点間の連結を本論文では三次元に拡張したDelaunay三角網を用いて行うことにした。Delaunay三角網は任意のデータ点群においてそれぞれのデータ点を三角網として互いに接続することにより生成される。

3. プリミティブ構成三角網の抽出

基本プリミティブは製品を構成する部品を示しているため、この内部やこれに交差している三角網はプリミティブを構成する三角網であると考えられる。また、部品は製品形状としては必ず含まれる必要があるため、プリミティブ構成三角網は生成する初期形状にも含まれるべきである。従って基本プリミティブを構成する三角網の抽出を行う。基本プリ

ミティブの内部にある三角網とは、基本プリミティブの境界にある三角網とそれによって囲まれている三角網である。基本プリミティブの境界にある三角網の抽出は三角網を構成する平面と基本プリミティブを構成する平面との交差判定を行い、交差しているかあるいは同一平面である場合を基本プリミティブの表面にある三角網であると判定する。

4. 削除型アルゴリズム

本稿では基本プリミティブのすべてのデータ点に対してDelaunay三角網を作成し、この全体から不要であると考えられる三角網を削除していく[2]ことによって初期形状の生成を行う。このアルゴリズムでは現在表面にある三角網を対象として、その三角網が削除可能な三角網であるかどうかの判定を行い徐々に小さくしていくアルゴリズムである。この削除により、図1のような形状の分断が行われてしまう可能性があったり、初期形状として不適当な形状が生成されてしまう可能性がある。このような不都合な形状は次のように4つのタイプにまとめることができる。

タイプ1 1辺を共有し、2つの部分に分断

タイプ2 1点を異なる部分で共有する

タイプ3 鋭く切れ込んだ形状

タイプ4 回り込んだ形状

タイプ1やタイプ2と言った形状は現実の製品にはありえない形状である。また、タイプ3やタイプ4と言った形状が生成されることは初期形状としては問題がある。次にこれらの問題を回避するために三角網の分類を行う。

4. 1 三角網の分類

対象となる三角網の隣接状態によって、Delaunay三角網を4つの状態に分類する。対象としている三角網が1つの三角網と隣接しているときこの状態を

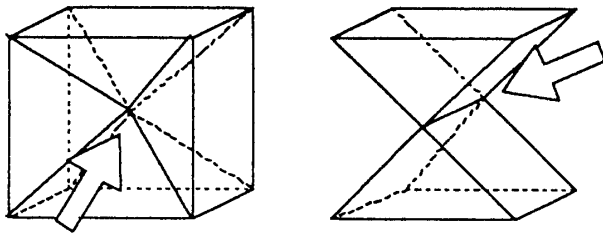


図1 不都合な形状

S1, 2つの三角網と隣接しているときこれをS2, 3つの三角網と隣接しているときこれをS3, 最後に対象三角網が4つの三角網と隣接つまり対象三角網が内部にあるときこれをS4とする。

4. 2 削除条件

ここで問題が起こらない削除のための条件について考える。

タイプ1の問題が起こるのは、三角網の削除によってすでに表面にでていた辺を他の方向からの削除によりふたつの異なる向きで表面に現われてしまうために起こる。このような削除を行うのは先ほど分類したDelaunay三角網のS2とS3の場合のみである。従ってS2とS3の三角網を削除するとき新たに表面に現われる辺が他の方向から見てすでに表面にある場合は削除不可能と判定することができる。

タイプ2の場合はタイプ1のときと同様で、それが一辺から一点に変わったものである。このような削除が現われるのはS3の場合のみである。従ってS3の削除を行う際に、新たに表面に現われる点が他の方向から見て表面にあれば削除不可能であると判定することができる。

タイプ3の場合は削除の際に生成される角度が鋭ければ削除を行わないようにすることで、この形状の生成を回避することができる。

タイプ4の場合は切り込み始めの部分の法線ベクトルを保持しておき、削除により新たに表面に現われる面の法線と、切り込み始めの法線ベクトルの間の角度に制限を加えることにより、この形状の生成を回避できる。

5. 実験結果

以上の条件を使ってプリミティブをランダムに配置した形状と製品形状を意図した形状について実験

を行った。写真1は2種類の形状を8個ランダムに配置したものを外包した形状で、写真2はビデオカメラを想定した形状を生成した例である。この処理にはIRIS Indigoを用いてそれぞれ約1.2秒、約2.4秒と対話的な時間で実現している。

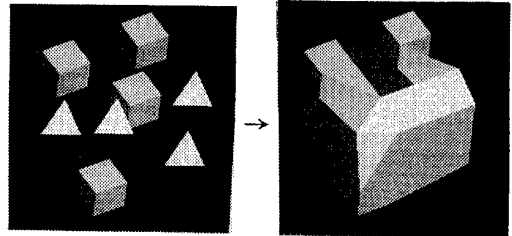


写真1 ランダムな形状

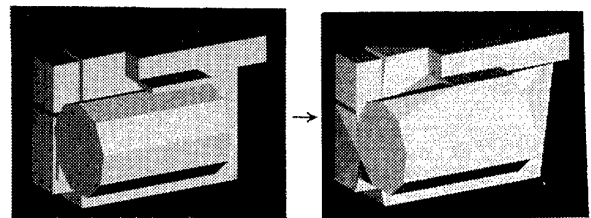


写真2 ビデオ・ムービー

6. おわりに

実験で示すように配置されたプリミティブを包括する形状が自動生成できることが明らかになった。今後はプリミティブの配置に三次元マウスを用い、生成した形状の変形も行えるようなエディタを開発していく予定である。

<参考文献>

- [1] K.Ogasawara, K.Ueda and K.Kobori: "A Method of Surface Modelling on a Conceptual Design", Japan/USASymposium on Flexible Automation, Vol.2, pp989-993(1992)
- [2] 藤本, 大野: "不規則形状生成のためモデリング手法", グラフィックスとCAD, 56-5, pp.33-40(May,1992)