

# 意匠設計のための初期形状の自動生成

3H-4

梅本耕二<sup>†</sup> 小堀研一<sup>†</sup> 久津輪敏郎<sup>†</sup> 小笠原耕太郎<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>大阪工業大学 <sup>‡</sup>長崎県工業技術センター

## 1. はじめに

最近、工業製品の意匠設計を支援するために3次元CADが使われている。しかし、現在の3次元CADでは面・稜線単位での入力が一般的であるため、工業デザインのような形状が未確定な段階での形状全体を考えた入力には適さない。そこで、形状が未確定な段階での形状全体を考えた入力を効率よく行うためには、製品の外形を自動生成する必要があると考えられる。<sup>[1]</sup>

一般に製品の外形はその内部に含まれる部品を外包している。この考え方にに基づき、内部部品に相当する基本立体を空間内に配置してそれを覆う初期形状を自動生成する手法を提案する。

## 2. 手法の概要

最初に3次元空間内に部品に相当する基本立体を配置する。次にこの基本立体を覆う凸包の生成を行い、生成された凸包の面を分割して三角網を生成する。最後にそれを弾性力の網のモデルと考えてエネルギーが最小になる状態へ収縮させることによって初期形状を生成する。図1に処理フローを示す。

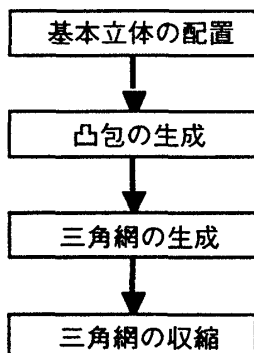


図1 処理手順

## 3. 凸包の生成

空間上に配置された基本立体群からそれらすべてを内部に包含する凸包を生成する。本手法では、2つの凸包を融合することによって凸包を生成する分割統治法<sup>[2]</sup>と呼ばれる方法を用いている。

図2 aに示す2つの凸包A, Bが与えられた場合を例に生成手順を述べる。

### (1) 可視面の抽出

Aに属する面のうちBの少なくとも1点から見える面をBから見たときのAの可視面といい、これをすべて抽出する。

### (2) 輪郭線の抽出

図2 aの網掛けの部分で示す領域は(1)で抽出した可視面の集合がつくる領域である。この境界稜線を探索してできたループをBからAを見たときの輪郭線 $OL_A$ とする。また、同様にしてAからBを見たときの輪郭線 $OL_B$ も求める。

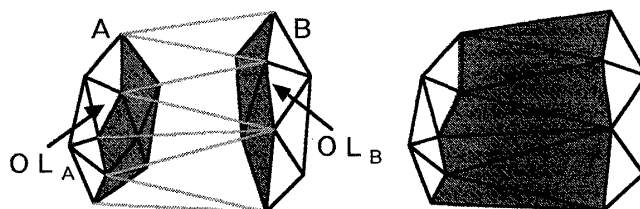


図2 a. 可視面と輪郭線の抽出 および凸包の面の生成 b. 生成された凸包

図2 分割統治法を用いた凸包の生成

### (3) 凸包の面の生成

$OL_A$ の2点と $OL_B$ の1点、または $OL_A$ の1点と $OL_B$ の2点を通る平面で、AおよびBの他の点が入る側を探索し、その3点を頂点とする三角形面を作る。次に、図2 aの破線で示すように同様の性質をもった三角形面を隣へ隣へと作っていく。図2 bの網掛けの部分で示すようにそれらの面が環状につながって閉じたとき、A, Bの可視面を削除すれば、凸包が完成する。

分割統治法を用いて凸形状である基本立体を次々に融合させることにより、物体の保持する位相情報を利用して凸包を生成することができる。

## 4. 三角網の生成

生成された凸包のうち基本立体に属していない面を凸包の生成面と呼び、これを三角形面に分割して三角網を生成する。このとき、分割する三角形面は正三角形に近い方が望ましい。

本手法では、凸包の生成面を図3に示すように分

Automatic Generation of Initial Shape for Industrial Design  
Koji Umemoto<sup>†</sup>, Ken-ichi Kobori<sup>†</sup>, Toshiro Kutsuwa<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Osaka Institute of Technology  
5-16-1 Omiya, Asahi, Osaka, 535, Japan

Koutaro Ogasawara<sup>‡</sup>

<sup>‡</sup> Technology Center of Nagasaki  
2-1303-8 Ikeda, Oomura, Nagasaki, 856, Japan

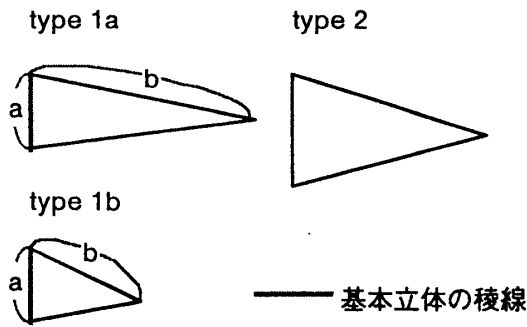


図3 分割する面の分類

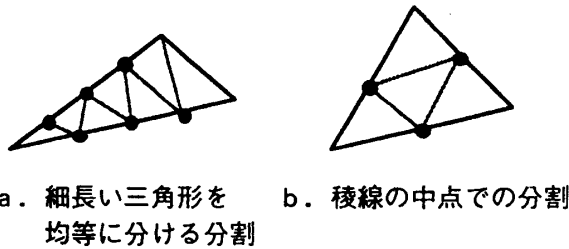


図4 面の分割

類して、図4に示すような2種類の分割をそれぞれに対して行う。図3に示すように基本立体の稜線を含む凸包の生成面を type 1, 含まない凸包の生成面を type 2 の 2 種類に分類し、更に type 1 において稜線の長さの比  $b/a$  がある一定の値より大きいものを type 1a, 小さいものを type 1b の 2 種類に分類する。type 1a の場合は、図 4 a のように細長い三角形をできるだけ均等に分割する。type 1b と type 2 の場合は、図 4 b のように面を各構成稜線の中点で分割する。以上の分割を凸包の生成面すべてに対して行い、三角網を生成する。

5. 三角網の収縮

生成された三角網を弾性力のある網のモデル<sup>[1]</sup>と考え、三角網を構成している頂点のうちで基本立体の稜線や面上にないものをモデルの節点とする。そして、モデルの1節点のエネルギーを次のように定義する。

図5に示すように、すべての節点は互いにバネによって連結されており、また凸包の内部にある基本立体の頂点ともバネによって連結されていると考え、これらのバネから受けるエネルギーをモデルのもつエネルギーとする。

各節点についてエネルギーを計算し、それが最小になる方向へ移動させる。それを繰り返し、最終的にモデル全体のエネルギーを極小状態にすることによって、モデルを収縮させて初期形状を生成する。

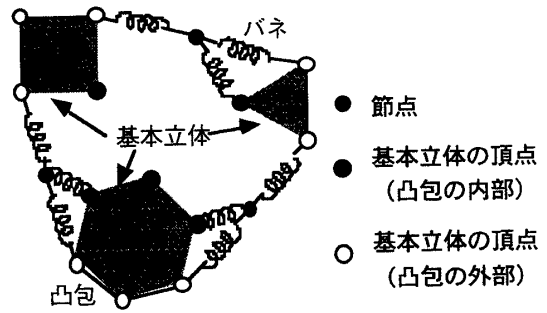


図5 三角網の収縮

6. 実験結果

本研究の有効性を調べるために基本立体をランダムに配置した時の各処理時間の測定を行った。配置した基本立体の個数による各処理時間の比較を表1に示す。また、本手法を用いて実際に作成した製品形状例を写真1に示す。この形状の生成時間は1.63(sec)である。なお実験に用いた計算機はSGI社のIndy (R4400SC,150MHz) である。

表1 処理時間(sec)

基本立体の個数	凸包の生成	三角網の生成	三角網の収縮
3	0.04	0.27	0.63
5	0.07	1.03	0.51
8	0.12	1.53	0.56

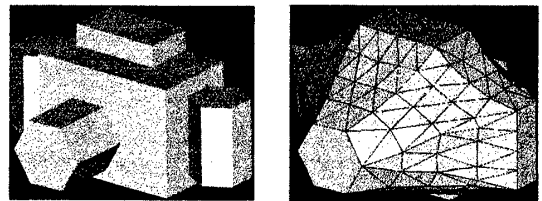


写真1 製品形状例

7. まとめ

製品の構成部品を示す基本立体を空間に配置するだけで初期形状を自動生成する手法を提案し、実験により効果を確認した。今後は、三角網の生成手法の改善や収縮処理の高速化について検討する。

参考文献

[1] 山田, 藤村, 小堀, 久津輪: "工業デザインのための形状生成手法", NICOGRAPH'93 論文集, pp.85-93 (1993)  
 [2] 杉原: "計算幾何工学", 培風館, pp.152-156 (1994)  
 [3] 土井, 松尾, 大野: "アクティブバルーンモデルと対称性仮説を用いた3次元再構成", 電子情報通信学会, Vol.J76-D-II, No.9, pp.1967-1976 (1993)