

体積ゼロ4面体を用いた形状モデリングにおける形状演算

1 V-5

荒川 佳樹

郵政省 通信総合研究所 関西先端研究センター

1 はじめに

ソリッドモデルは、Object Oriented モデルと Space Oriented モデルに大別される。前者は形状に対するコヒーレンス性に、後者は空間に対するアドレッシング性、ユニーク性に優れている^[1]。両者は本質的に異なる特性を持ち、二者択一的ではなく互いに補完的なものである。

そこで、上記の両特性を1つの形状表現で合わせ持つことができれば最も望ましい。要素図形に4面体を用いる形状モデルは、このような可能性を持っている。しかし、4面体モデルは、形状演算などを行なうと、4面体の分割が3次的に起こり、4面体の数が非常に増大するという大きな欠点がある。

筆者らは、このような課題を体積ゼロ4面体により解決した。ここでは、これを用いた形状演算のアルゴリズムについて提案する。

体との交差判定を順次行ない、形状Bの4面体と交わる形状Aの4面体をすべて消去する(図1(3))。そして、形状Aと形状Bの接続をゼロ4面体を用いて行なう(図1(4))。この4面体接続に関しては、以下で述べる。

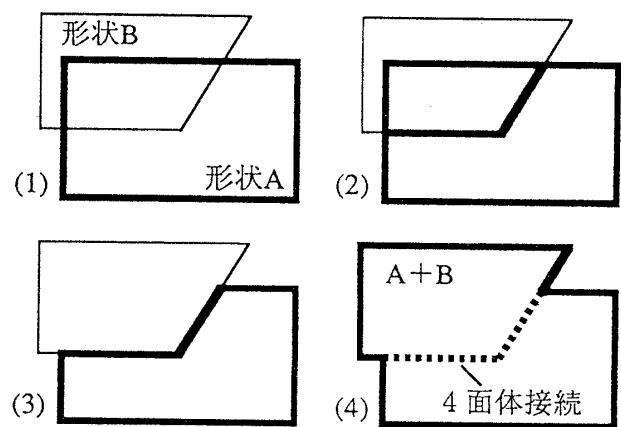


図1 形状和演算

2 体積ゼロ4面体と形状演算

体積ゼロ4面体とは、4面体を構成する4つの3角形面が同一平面上にある4面体のことである。以下、これを単にゼロ4面体と呼ぶ。

ゼロ4面体を用いた4面体モデルにおける形状和演算のアルゴリズムは、以下のような処理となる。ここでは、形状Aと形状Bとの形状和をとる場合を想定する(図1(1)参照)。

まず、形状Bの境界3角形面と形状Aの4面体との交差判定を順次行ない、この両者が交わる場合は、3角形面で4面体を分割する(図1(2))。次に、形状Bの4面体と形状Aの4面

3 4面体接続

4面体接続とは、図1(4)に示すように、まだ接続はしていないが、同一平面を挟んで接している4面体を、ゼロ4面体を用いて互いに位相的に接続することである。これは同一平面上にある3角形面の接続に帰着する。

ここでは、3角形面で構成される面Cと面Dとを接続する場合を考える。両面は同一平面上にあり、その境界線は一致しているとする(図2(1),(2)参照)。その処理手順は、以下のステップ1~3となる。

<ステップ1>

面Cの3角形面の頂点と面Dの3角形面の頂点を順次比較し、一致するものがない場合は、その頂点を持つ3角形面からゼロ4面体を生成し、新たな3角形面を再合成する。これにより、

Set Operation of Geometric Model

using Flat Tetrahedron

Yoshiki ARAKAWA

Communications Research Laboratory

一致しない頂点を消去する (図 2(3),(4)).

<ステップ 2>

面 C の 3 角形面の辺と面 D の 3 角形面の辺を順次比較し、一致するものがない場合は、その辺を持つ 3 角形面からゼロ 4 面体を生成し、新たな 3 角形面を再合成する。これにより、一致しない辺を消去する (図 2(5),(6)).

<ステップ 3>

ステップ 1, 2 により、面 C と面 D の 3 角形面はすべて完全に一致するようになる (図 2(6) と (2)). 両面から一致する 3 角形面を順次取り出し、この 3 角形面を持つ 4 面体を互いに接続する。

ステップ 1, 2 における 3 角形面の合成には、図 3 に示す 3 つのパターンがある。図 3(1),(2),(3) のいずれの場合においてもゼロ 4 面体 ABCD が生成される。これにより、(1) では頂点 A と辺 AC が、(2) では辺 AC が、(3) では頂点 A と辺 AB, AC, AD が消去される (隠される) ことになる。

4 おわりに

体積ゼロ 4 面体を導入することにより、4 面体接続が容易に可能となった。これは、特に、形状和演算において大きな効果を発揮する。このように、体積ゼロ 4 面体は、4 面体分割の伝播を解消すると共に、4 面体間の接続にも用いることができる。

今後の課題は、この表現法と他の代表的なモデリング法とを、より総合的かつ詳細に比較評価・検証を行なうことである。

なお、図 4 は直方体 (6 個の 4 面体で構成) を 12 個形状和し、隠線処理して稜線のみを出力したものである。

参考文献

- [1] Baumgart, B.G. : Geometric Modeling for Computer Vision, Report STAN-CS-74-463. Stanford University, (1974).

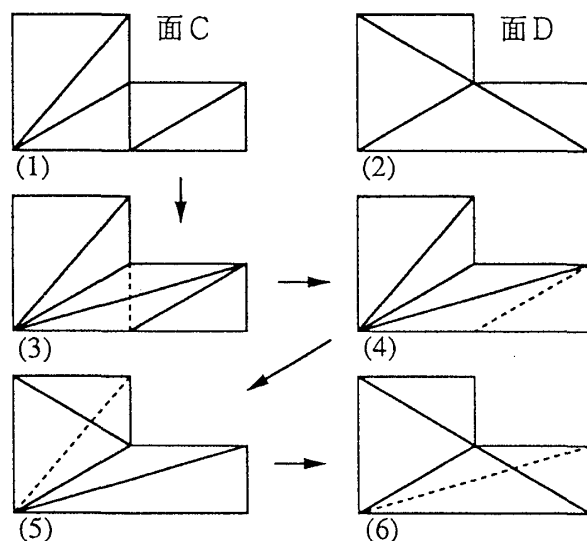


図 2 4 面体接続

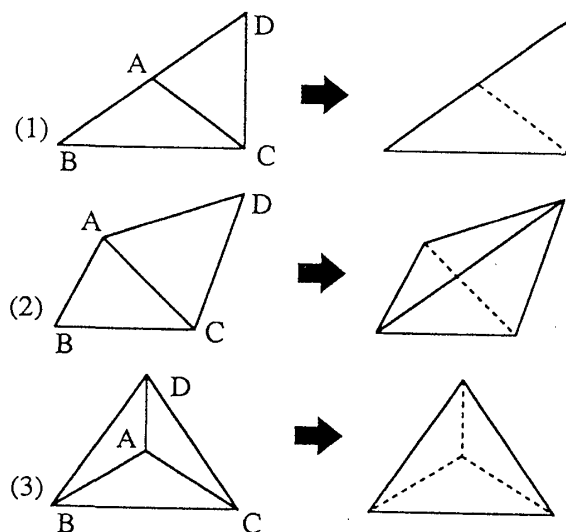


図 3 3 角形面合成のパターン

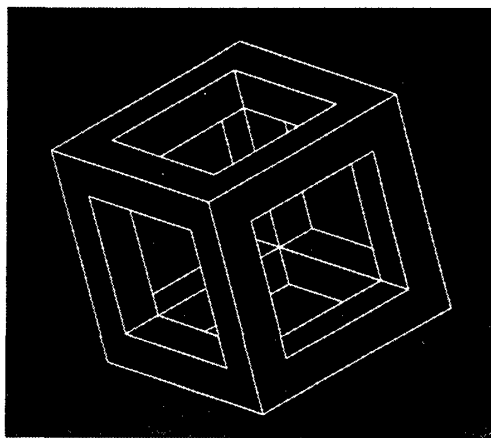


図 4 出力例