

拡張型Octreeを用いた境界表現の生成手法

3 P-5

西尾孝治 藤村真生 小堀研一 久津輪敏郎

大阪工業大学

1. まえがき

これまでに筆者らは空間分割モデルから境界表現への変換手法としてオクトリーにマーチン・キューブス法¹⁾を用いて生成した三角形ポリゴンを付加したオクトリーと、これを用いた適応型マーチン・キューブス法²⁾を提案した。しかし、適応型マーチン・キューブス法ではオクタントに付加する境界情報をマーチン・キューブス法で生成していたため比較的単純な形状においてもオクタントの分割が繰り返され、形状に冗長な部分が含まれていた。本論文ではオクタント中に比較的単純な形状を表現することができるデータ構造を用いてオクタントの不必要な分割を減少させ、変換時間を短縮し、生成面数を減少させた境界情報への変換手法とその境界情報を保持するデータ構造について報告する。

2. TEL (Tri angulation with Edge Loop) オクトリー

表現精度を高めて比較的単純な形状を保持できるようにするために、オクタントに三角形ポリゴン群を付加したTELオクトリーを提案する。TELオクタントにはTELオクタントの6平面と形状表面の交差稜線によってできるループ（以下エッジ・ループと呼ぶ）とエッジ・ループの頂点群で構成した三角形ポリゴン群を境界情報として付加する。ただし、TELオクタントに交差する境界面は1連の面とし、複数の境界面が交差する場合はTELオクタントを直交座標系の各軸に対して2等分し、8つに分割する。

3. オクトリー— TELオクトリー—変換

オクトリーから境界表現への変換は、まず図1

(a) に示すようなオクトリーで表現されたデータから同図 (b) に示すように形状表面とオクタントの表面との交差稜線を閉ループとして取り出し、三角形ポリゴン群を生成することでTELオクトリーへ変換した後、同図 (c) に示すような三角形ポリゴン群を抽出することにより実現する。これらの処理はオクタントを単位として以下の(1)～(3)の処理を再帰的に行い、すべてのオクタントに対して処理が終了した後(4)の整合処理を行う。

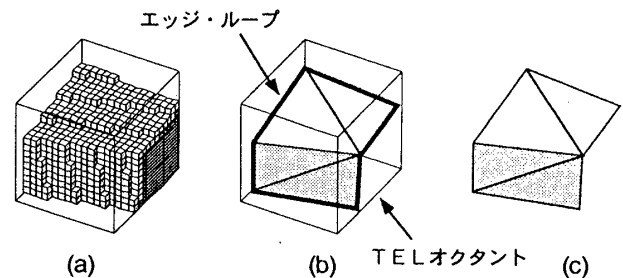


図1 変換概要

(1) エッジ・ループ生成処理

変換対象となる処理中のオクタントがグレー・オクタントである場合はこのオクタントが形状の境界表面と交差しているため、境界表面を生成することができる。このような場合は最大分割レベルのオクタントの幅を移動量の単位として最大分割レベルのグレー・オクタントの中心座標をチェーン状に連結していくことで閉ループを作成する。このループを直線近似³⁾し、エッジ・ループを生成する。もし、処理中のオクタントがグレー・オクタントでない場合は変換処理を終了する。

(2) エッジ・ループ—三角形ポリゴン変換

エッジ・ループを用いて三角形ポリゴン群を構成する。まず、エッジ・ループの任意の2頂点間に最大分割レベルのオクタントの幅となるようなサンプリング点群を設ける。次にこれらのサンプリング点を用いて線分の評価値 G_r を式(1)によって求める。

A Generation Method of Boundary Representations using Extended Octree

Koji NISHIO, Masao FUJIMURA, Ken-ichi KOBORI, Toshiro KUTSUWA

Osaka Institute of Technology

5-16-1 Omiya, Asahi, Osaka, 535, Japan

$$Gr = \frac{N_{gray}}{N_{oct}} \quad \text{--- (1)}$$

ここで、 N_{oct} は2頂点間のサンプリング点の総数とし、 N_{gray} はこのうちの最大分割レベルのグレー・オクタントに含まれるサンプリング点の総数とする。したがって評価値 Gr が大きくなるほど2頂点を両端点とする線分は形状表面に近くなっていることになる。変換は以下の(a)～(c)を再帰的に行う。

(a) ループの2頂点のすべての組み合わせに対して評価値 Gr を求める。

(b) 評価値 Gr の最も大きい2頂点でループを2つに分割し、新たに2つのループを構成する。ただし、評価値が同じ組み合わせが存在する場合は、2頂点間の距離が大きい方を採用する。

(c) ループが三角形になっていけば処理を終了する。三角形になっていなければ、(a)、(b)を繰り返す。ただし、評価値 Gr を求めるさいに、どの組み合わせにおいても2頂点間に最大分割レベルのグレー・オクタントが存在しない場合は、三角形ポリゴンを構成しても次の誤差判定処理においてこれらの三角形ポリゴンが形状を表現するのに妥当でないと判定されるので、オクタントの分割を行う。

(3) 誤差判定処理

生成された三角形ポリゴンから距離 d 以内の空間を考え、処理中のオクタントに含まれるすべての最大分割レベルのグレー・オクタントがこの空間に含まれている場合は、三角形ポリゴンは形状を表現するのに妥当であるものとして処理を終了し、そうでない場合は処理中のオクタントを8つに分割し、子オクタントに処理を移す。

(4) 整合処理

一般に隣接するTELオクタントは分割レベルが異なる。このため図2(a)に示すように隣接オクタ

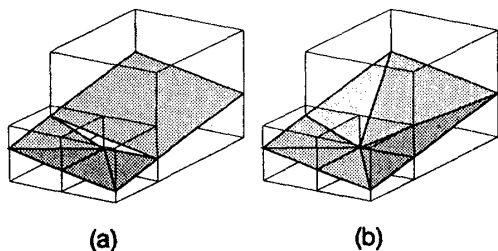


図2 整合処理

ント間の境界面に隙間が生じるので同図(b)に示すように隙間を塞ぐ処理を行う。

4. 実験

各手法において変換対象のオクトリーの最大分割レベルを4から7に変化させて処理時間、三角形ポリゴン数、及びオクタント数を計測した。この結果を表1、写真1に示す。実験にはSiliconGraphics社のIndy(150MIPS)を使用した。

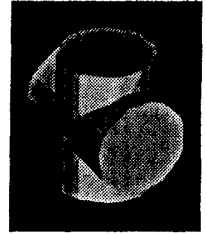


写真1 実験形状

表1 実験結果

	Adaptive Marchin' Cubes Method			Proposed Method			
	Number of Polygons	Number of Octants	Time (sec)	Number of Polygons	Number of Octants	Time (sec)	
Maximum Division Level	4	424	457	0.13	133	73	0.13
	5	1,016	1,481	0.35	192	73	0.29
	6	3,064	5,640	1.17	268	105	0.74
	7	5,872	9,321	2.64	488	329	2.53

5. まとめ

表1より、本手法は適応型マーチン・キューブス法に比べて生成面数、およびオクタント数が少なく、TELオクトリーを用いて変換を行った場合は分割レベルが低いオクタントで三角形ポリゴンが生成されており、形状の冗長度が低くなっている。適応型マーチン・キューブス法でも、一般的に知られているマーチン・キューブス法に比べると得られるポリゴン数、変換時間ともに少ないが、本手法ではさらに減少させることができた。以上のことから、空間分割モデルの一種であるオクトリーから境界表現への変換手法として、TELオクトリーを用いた本手法が有効であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) W.Lorensen, H. Cline: MARCHING CUBES A HIGH RESOLUTION 3D SURFACE CONSTRUCTION ALGORITHM, Comput. Graphics, Vol.21, No.4, July, pp.163-169 (1987)
- 2) 小堀,西尾,久津輪: 空間分割モデルから境界表現への変換手法: テレビジョン学会誌, Vol.49, No.10, pp.1230-1239 (1995)
- 3) 大沢,山川他著: 図面の認識と理解, pp.66-76 昭晃堂 (1989)