

要旨

STLデータは、多数の三角形パッチデータから構成されており、STLデータを圧縮してパッチ数を減らすことは計算時間の短縮、記憶領域の節約のために要求される。そこで本研究では、STLデータを2次元平面へ投影して得られた節点に対してDelaunay三角形分割を実行して生成した多面体に対して、予め定義した許容偏差の範囲内で、節点を減らし三角形パッチを再構成する方法論を提案する。

1.はじめに

STLデータとはステレオリソグラフィの標準的な入力データ形式であり、曲面を多数の三角形平面で近似する方法で構成される。要求精度を満たしながら三角形パッチを減らすことによってSTLデータを圧縮することは、断面形状の計算時間の短縮、記憶領域の節約のために有効である。そこで本研究では、以下のことについて述べる。

- (1)Delaunay三角形分割に基づく三角形パッチ圧縮法を提案する。
- (2)シミュレーションにより、提案した手法の有効性を確認する。

2.STLデータ圧縮法

前報までは、Delaunay三角形分割を用いて隙間や重なりを取り除くため、STLデータから再構成STLデータを生成する手法を提案した[1],[2]。本研究では、要求精度を満たしながらデータを圧縮する方法として"point selection法"を用いる[3]。

提案する圧縮法は、図2の手順で実行する。

- (1)STLデータから節点を抽出する(図1(a))。
- (2)抽出された節点から境界節点を抽出する(図1(b))。
- (3)境界節点を用いて図1(c)のようにDelaunay三角形分割を実行する。構成された三角形分割を T_k とする。
- (4) T_k 内の任意の節点 $P_i(x_i, y_i, z_i), P_j(x_j, y_j, z_j), P_k(x_k, y_k, z_k)$ を求める。
- (5)点 P_i での偏差を $|F_k(x_i, y_i) - z_i|$ のように定義する。この式の意味は、図1(d)に示すように、点 P_i (図中の黒丸)から z 軸に垂直に三角形へおろした足(図中の白丸)の長さである。
- ただし、 F_k は、 P_i を含む三角形パッチの節点 P_i, P_j, P_k を用いて(1)式で表される。ここで(1)式を区分線形関数と呼ぶ。
- $$F_k(x, y) = Uz_i + Vz_j + Wz_k \quad (U+V+W=1) \quad (1)$$
- (6) T_k 内の全ての点について同様に偏差を計算し、そ

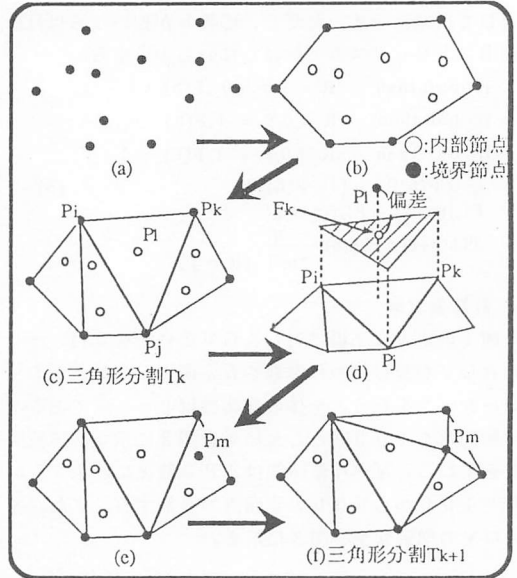


図1 point selection法

の結果から T_k の最大偏差を求める。ここでは、最大偏差を持つ点を図1(e)の P_m とする。最大偏差が許容値(d)以下ならば、三角形分割が終了する。

- (7)許容値より大きい場合、図1(f)のように T_k に P_m を加えて三角形分割を実行し、 T_{k+1} が構成される。

(3)~(6)を繰返すことにより、最後の三角形分割 T_m の節点 (x_i, y_i) での最大偏差が許容値以下となる、すなわち(2)式の条件を満たす三角形分割が行われたことになる。

$$|F_m(x_i, y_i) - z_i| \leq d \quad (2)$$

ここで、三角形分割は、"三角形分割を構成する任意の三角形の外接円の内部に他のどのような点も含まない"と定義されるDelaunay三角形分割を適用する。

Delaunay三角形分割を用いる理由は、区分線形関数は三角形パッチを構成する三点によって定義される

ため、三角形内の節点は三点にできるだけ近い方がよいので、三角形バッチの形状の条件として”細長い三角形や、つぶれた三角形を含まない”方が望ましいからである。

3. Delaunay 三角形分割アルゴリズム

Delaunay 三角形分割は、図3に示す手順で実行される。

- (1) 三角形内部の節点と三角形の頂点を結び、三つの三角形に分割する(図2(a)の三角形C,D,L)。
- (2) 新しく生成された三角形に隣接する三角形があるかないかを判定する(図2(b)の三角形R)。
- (3) 隣接三角形によって構成される四角形が凸形状になっているかを判定する(図2(c)の斜線部分)。
- (4) 隣接三角形の点が外接円内に含まれるとき、隣接する二つの三角形からなる四角形の対角線の交換する。図2(d)において、 r が含まれるので対角線 ll_2 と pr を交換する。図2(e)の三角形Rと三角形Bに対しても同様な手順を実行する。

4. STLデータ圧縮のアルゴリズム

図3は提案した圧縮法のアルゴリズムをPADでまとめたものである。入力成全節点とし、出力を節点を減らして再構成された三角形バッチとする。各箱では、2,3に従って処理が実行される。<メインルーチン>では、最大偏差 \leq 許容値になるまで、最大偏差となる節点を加えてDelaunay 三角形分割を実行する。<最大偏差の決定>では、三角形分割を構成しない節点を用いて偏差を計算し、最大の偏差を決定する。

5. シミュレーション

Delaunay 三角形分割を適用したSTLデータ圧縮のシミュレーションを図4のアルゴリズムに基づいて実行した。節点数300として、図4(1)は、バッチ数584の入力再構成STLモデルであり、図4(2)は許容値0.01、バッチ数290の圧縮STLモデルである。以上のシミュレーションより、本圧縮法の有効性が確認できた。

6. おわりに

本研究では以下のことを行った。

- (1) Delaunay 三角形分割に基づく三角形バッチ圧縮法を提案した。
- (2) シミュレーションにより、提案した手法の有効性を確認した。

参考文献

- [1] 川嶋ほか, "複合曲面モデルからSTLモデルへの変換方法", 精密工学会春季大会学術講演論文集(1994)
- [2] 川嶋ほか, "Delaunay 三角形分割によるSTLデータの生成", 精密工学会秋季大会学術講演論文集(1994)
- [3] Per-Olof Fjallstrom, "Evaluation of a Delaunay-

based method for surface approximation", Computer-Aided Design, Vol.25, No.11(1993)

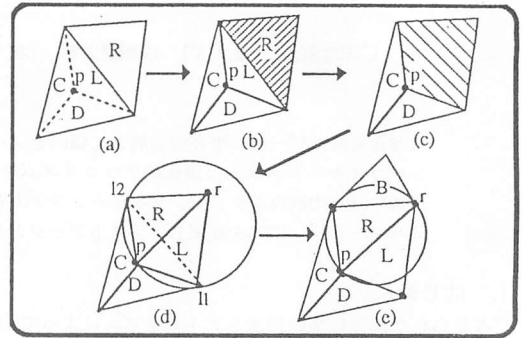


図2 Delaunay 三角形分割アルゴリズム

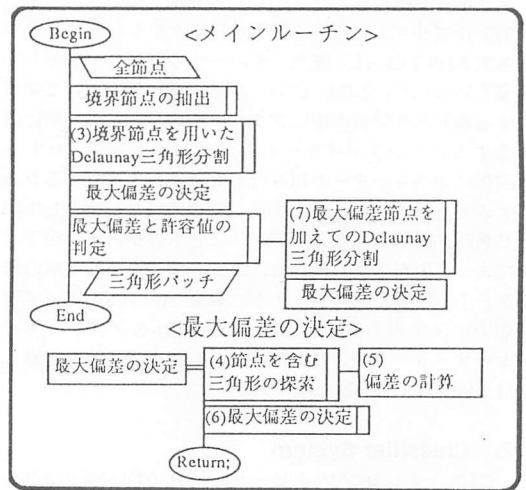


図3 圧縮法のアルゴリズム

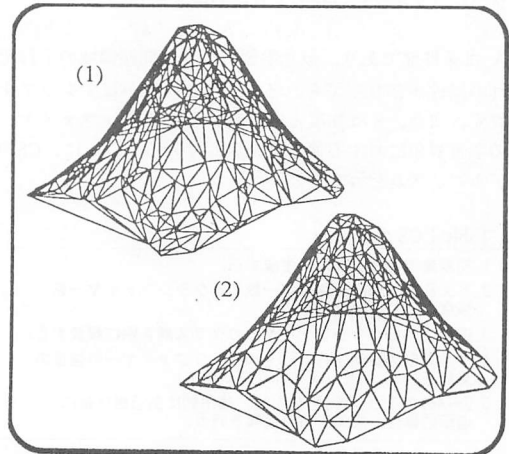


図4 圧縮STLモデル