

ドロネー四面体分割を用いた三次元点群からの 凸物体の形状復元

Shape reconstruction of convex objects from 3D point clouds
using Delaunay tetrahedralization

鉢呂 隆太郎†
Ryutaro Hachiro

阿部 真之†
Sadayuki Abe

森 博志†
Hiroshi Mori

外山 史†
Fubito Toyama

東海林 健二†
Kenji Shoji

1. まえがき

近年、三次元形状の復元の技術は医療や、製造業の製品の形状検査、CG 作成など様々な分野において扱われている。またこの技術は古くから研究されており、今もなお重要な課題の一つとなっている。

我々は点群ベースの新たな凸物体の形状認識の手法として、ドロネー四面体分割における凸物体の形状認識の基礎研究[1]を行った。これは点群の位置合わせ(ICPアルゴリズム)や幾何学的特徴を必要とせずに、形状を認識する方法である。そしてその中で、四面体分割結果から生じる特別な四面体Tet0には形状認識だけでなく形状復元等にも利用可能と考えた。

本論文では Tet0 を用いた三次元凸物体の形状認識[1]を応用した形状の復元とともに面の近似[2]が可能か検討し、実験を行った。本稿では最初に提案手法を述べ、次に形状復元の実験結果を述べる。そして最後に結果のまとめと今後の課題について述べる。

2. 提案手法

本手法は 3 次元凸物体を 3D スキャナにより計測した点群を入力とし、復元した形状を出力とするものである。本手法のフローチャートを図 1 に示す。

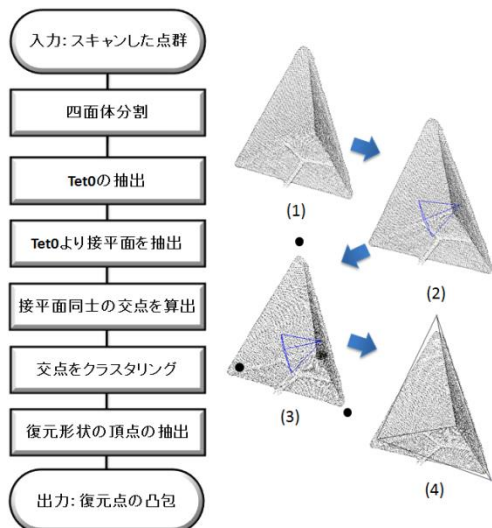


図 1. 提案手法の概略図

本稿では Tet0 の個数が一つである四面体で提案手法の流れを説明する。まず 3D スキャナで取得した入力凸物体をモデルとし、その点群データを抽出する(図 1-(1))。抽出した全ての点群データに対して四面体分割を適用する。その後、全ての面が他の四面体の面と接している特別な四面体 Tet0 を抽出する(図 1-(2))。この際極端に平らな Tet0、また極小な Tet0 も抽出されるため、これらの Tet0 は TetS としノイズとして排除した。次に各 Tet0 の全頂点とその外接球における接平面を求める。その後四つの接平面から、三つ選び交点を求める。その図を以下の図 2 に示す。また図の黒点が今回の復元点である。

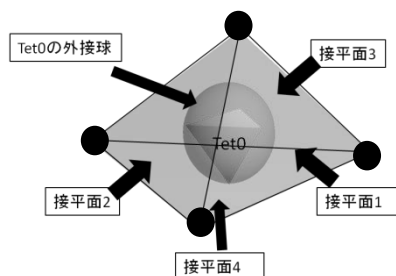


図 2. 接平面による復元点の求め方

そして面の数が 4 を超える多面体の復元点は一か所に複数個算出されるため、それらの点を算出し、全交点と入力点群との距離、また交点同士の距離を基準としてクラスタリングを行う。そしてそれぞれのクラスタリングによりクラス分けされた全ての交点における重心を算出し、その重心を最終的な復元点とする(図 1-(3))。最後に復元点による凸包を算出し、入力凸物体の復元結果とする(図 1-(4))。

3. 復元実験

本実験では凸物体を iSense (3DSYSTEM 社製 3D スキャナ)で計測し、その計測したモデルを復元できるか実験を行った。四面体、六面体、八面体、十二面体、二十面体、四角錐を入力モデルとした。また凸物体を計測する際、凸物体の底面を計測するため、底面と接する面積が小さい台に乗せて計測した。

† 宇都宮大学 Utsunomiya University

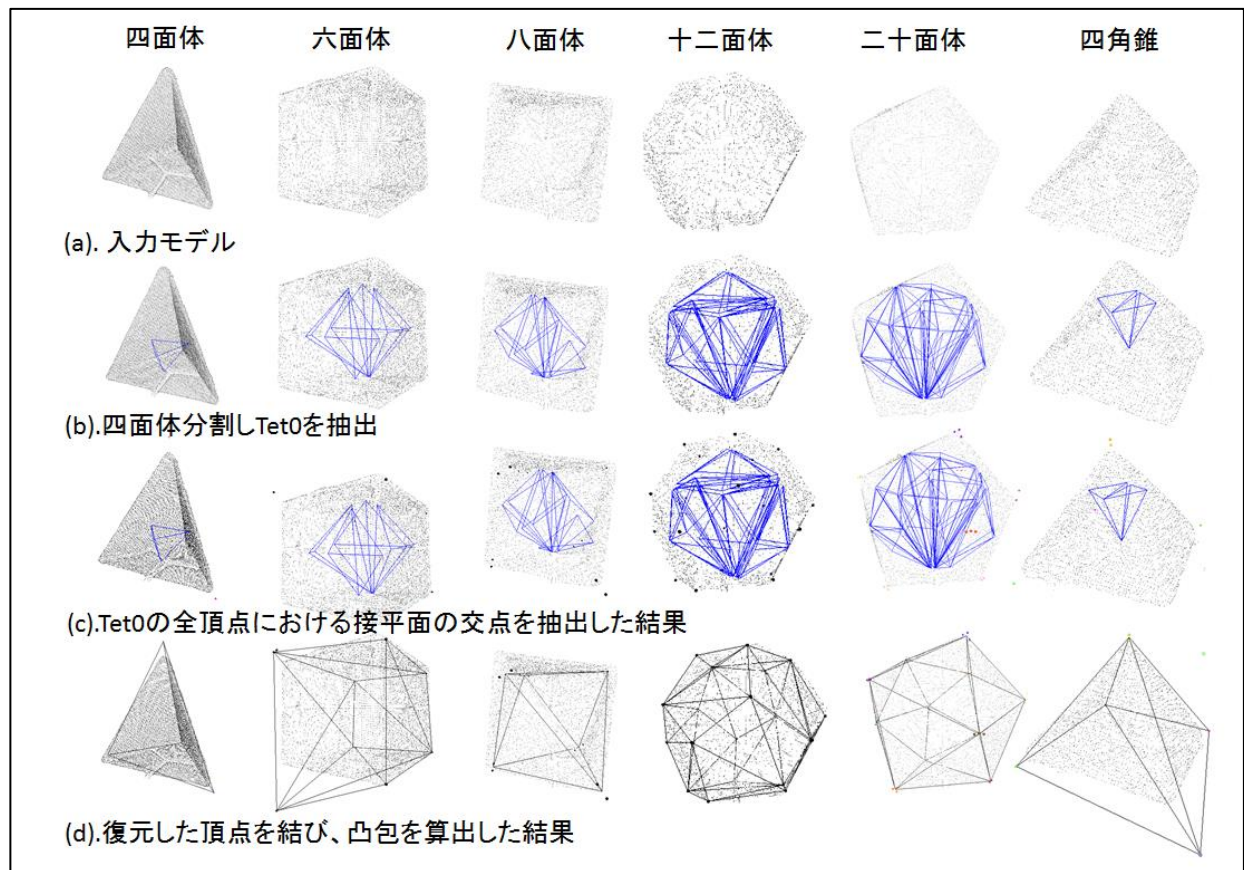


図 3. 各凸多面体の復元結果

4. 実験結果・考察

本実験におけるモデルに対する復元結果を図 3 に、モデルに四面体分割を適用した際に生成された Tet0 の個数を表 1 に示す。

表 1. モデルに対する復元形状と Tet0 の個数

モデル	Tet0 の個数	復元形状
四面体	1	四面体
六面体	4	六面体
八面体	5	八面体
十二面体	16	十二面体
二十面体	28	二十面体
四角錐	2	四角錐

本実験において四面体、八面体、十二面体、二十面体を復元した結果、復元点の位置がモデルの頂点付近に生成され、同じ形状が復元された。しかし六面体、四角錐の復元点の位置と実際のモデルの頂点との位置に大きなずれが生じた。これは復元点の生成される場所が Tet0 の形状、位置に依存しているためだと考えられる。図 2 にあるようにモデルの頂点を復元するために Tet0 の頂点の最適な位置はモデルの内接球とモデルの面との交点である。また図 2 は四面体ゆえに全ての面に接するように内接球が生成されるが、面の数が 4 を超える面を持つ凸物体に

おいては四つの面に接するような内接球とその凸物体の面との交点が最適な Tet0 の頂点の位置だと考えられる。四角錐と二十面体の Tet0 の個数が表 1 の Tet0 の個数と多少違った場合においても復元結果に影響は見られなかった。これはクラスタリングによってモデルの頂点から離れている点群を削除したからである。

5. まとめ

本稿では Tet0 を利用した凸物体の形状復元の手法を提案した。そして形状復元の実験を行い、形状が復元されていることが確認できた。今後の課題として凸物体の復元精度の調査と向上、TetS が発生した場合においてもどの程度なら復元に影響がないか、Tet0 に対する辺、点、面との関連性が考えられる。そしてどんな物体も復元可能するために、凸物体だけでなく凹物体における復元の検討が考えられる。

参考文献

- [1] 阿部 真之, 鉢呂 隆太郎, 森 博志, 外山 史, 東海林 健二, “ドローネー四面体分割を用いた三次元点群からの凸物体の形状認識と復元に関する基礎研究”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014, No. 2 (2014), pp.1-5
- [2] 中村 真也, 甲藤 二郎, “コスト最小化に基づく三次元形状情報削減アルゴリズムに関する検討”, FIT2002, pp.259-260