

## 点群データの鮮鋭化変形の一手法 A method of point cloud sharpening

関 航平<sup>†</sup>  
Kohei Seki

手島 裕詞<sup>†</sup>  
Yuji Teshima

志久 修<sup>†</sup>  
Osamu Shiku

村木 祐太<sup>‡</sup>  
Yuta Muraki

小堀 研一<sup>‡</sup>  
Ken-ichi Kobori

### 1. はじめに

近年、コンシューマ向け 3D プリンタが注目されており、それに伴い個人での利用が可能となった安価な 3D スキャナが普及してきている。スキャナから取得されるデータは点群データであり、一般的にポリゴンモデルや曲面モデルに変換して利用される。

これまでの研究で、これらの 3D モデルの幾何学的な特徴の度合いを算出する手法はいくつか提案されている。しかし、点群モデルの特徴部分を強調し、よりくっきりしたデザインへと変化を与える手法は少ない。

また、点群データ取得時にノイズや大きな欠損が生じてしまった場合、信頼性の高いポリゴンデータや曲面データを生成できない場合がある。そのため、変換後の処理に悪影響を及ぼす可能性がある。また、点群データをポリゴンデータや曲面データに変換する手間が必要となる。

そこで本稿では、点群データの各点の特徴量を算出し、点群空間で自動変形させる編集手法を提案する。具体的には、点群の特徴的な部分を抽出し、それらの点を移動させることで鮮鋭化を行う。これにより、高周波成分が多いモデルに変形することができる。

### 2. 提案手法

#### 2.1 特徴量

本節では、点群モルフロジー演算[1]を導入して、特徴量を求める方法を説明する。

##### 2.1.1 点群モルフロジー演算

点群モルフロジー演算は、データに対して以下の手順で点を発生させる演算であり、出力データも点群である。

- 1) それぞれの入力点を中心として、ユーザが指定した半径の構造要素(球)上に点を発生させる。
- 2) 発生させた点が他の構造要素の内部にある場合、それらを削除する。

1), 2)の演算の様子を図 1(a), (b)にそれぞれ示す。以下、点群モルフロジー演算によって内側に生じた点を内部点(点群ミンコフスキー差)、外側に生じた点を外部点(点群ミンコフスキー和)とする。

##### 2.1.2 特徴量算出

本研究の入力点群データは点の座標のみを持つ。特徴量算出の手法を、図 2 の例を用いて 2 次元で説明する。

まず図 2(a)のように、入力点に対して点群モルフロジー演算を行い、入力点群の内部と外部に点を生成する。次に、点群モルフロジー演算で生じた点のうち、図 2(b)のような外部点のみ(点群ミンコフスキー和)を求める。入力点群の各点で生じた外部点の数は、図 2(c)より、突出した

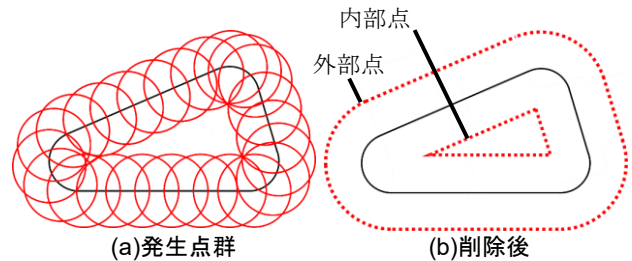


図 1 点群モルフロジー演算

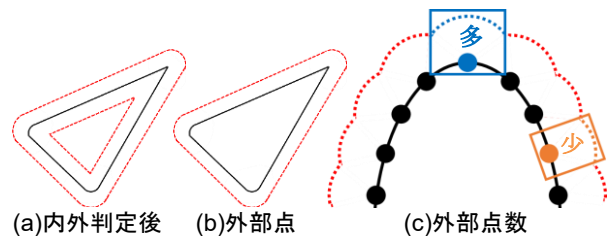


図 2 特徴量の算出

点が多い数値を持つことがわかる。ここで、入力点群のノイズや点群モルフロジー演算で用いる構造要素の密度によっては外部点が一様に生成されない可能性がある。

これらのことから、各入力点が持つ特徴量を「各入力点から一定範囲内の点の点群モルフロジー演算で生じた外部点数の平均値」とする。

#### 2.2 特徴変形

2.1 節で算出した特徴量をもとに変形させる手法(図 3)を説明する。すべての点に対し、以下の手順で変形処理を行う。

- (1) 入力点から一定範囲内の点に注目する。
- (2) (1)で求めた一定範囲内の点の中で最も大きい特徴量を持つ点を求める。
- (3) 移動方向を「入力点から一定範囲内の全ての点から(2)で求めた点に向かうベクトルの平均方向」、移動量を「入力点を持つ特徴量に比例した値」として点を移動させる。
- (4) 上記の処理を全ての入力点群に対して行い、点群空間で形状を変形させる。

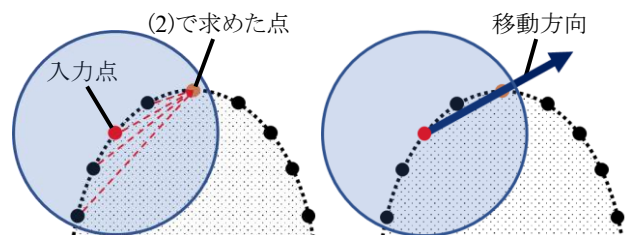


図 3 特徴変形手法

<sup>†</sup> 佐世保工業高等専門学校

(National Institute of Technology, Sasebo College)

<sup>‡</sup> 大阪工業大学(Osaka Institute of Technology)

### 3. 実験と考察

提案手法の有効性を検証するためにいくつかのモデルに対して実験を行った。まず点群モルフォロジー演算による特徴量算出の実験を行った。その結果の一例を図4に示す。図中に示す括弧内の数値は点群モルフォロジー演算の構造要素(球)の半径、特徴量算出時の範囲を表す。また、図中の輝度が低いほど特徴量が小さく、高いほど特徴量が大きい。次に特徴量抽出の従来法として Mesh Saliency[2]を取り上げる。Mesh Saliencyによる特徴量の算出結果を図5に示す。図中に示す括弧内の数値は Saliency の数値を求める際の距離を表す。

図4より、点群モルフォロジー演算を用いた提案手法では、構造要素半径を変化させることによって特徴量の算出を制御でき、半径を大きくすると、より突出している点のみを抽出するようになっていくことがわかる。また、図4(c), (d)のような脛の細かい膨らみ一つ一つを特徴として算出できることが確認できる。

また、図5より、Mesh Saliencyによる特徴量算出手法でも閾値を変化させることによって、特徴量の算出を制御できて

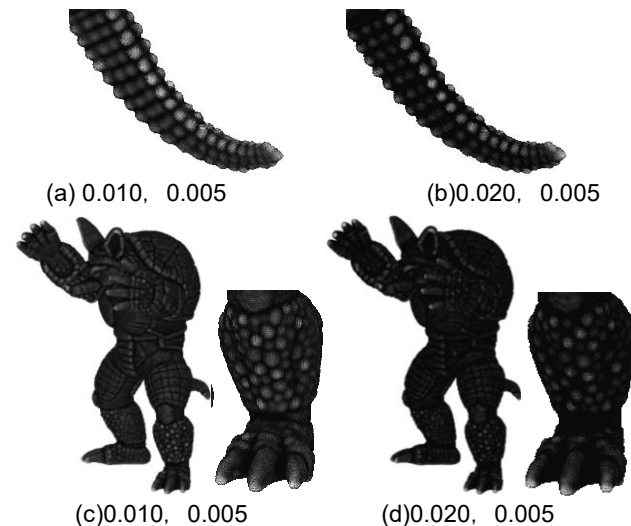


図4 提案手法による特徴量算出

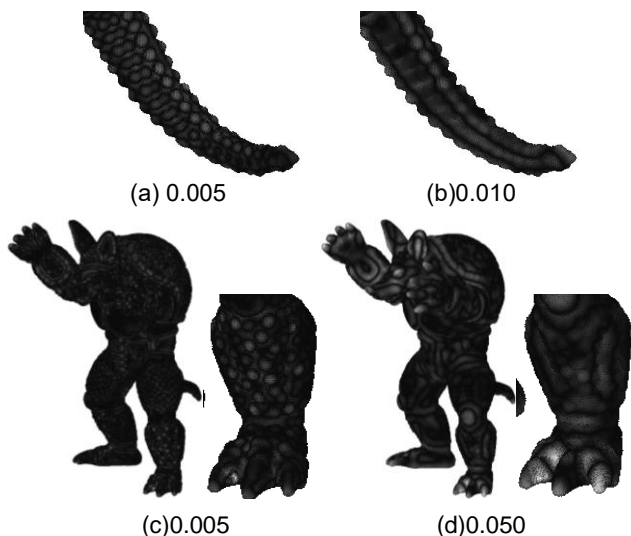


図5 Mesh Saliencyによる特徴量算出

いる。しかし、閾値によっては、特徴領域が連結してしまい、細かい膨らみを抽出できていない場合がある。

次に、提案手法によって求めた特徴量と Mesh Saliency の特徴量をもとに全ての点に変形を加えた結果を図6に示す。図中に示す括弧内の数値は点群モルフォロジー演算の構造要素(球)の半径、特徴量算出時の範囲、変形時の範囲を表す。また、Saliency の数値を求める際の距離、変形時の範囲を表す。

図6より、点群モルフォロジー演算を用いた特徴量算出手法をもとにした変形結果、Mesh Saliencyをもとにした変形結果ともに、全体的にモデルの突出部分がより鋭くなっている。しかし、図6(e), (f)を比較すると、膝の細かい突出した部分は提案手法の方がより鮮鋭化できていることが確認できる。これは、提案手法の方が細かい突出した部分を精度よく算出できているからである。

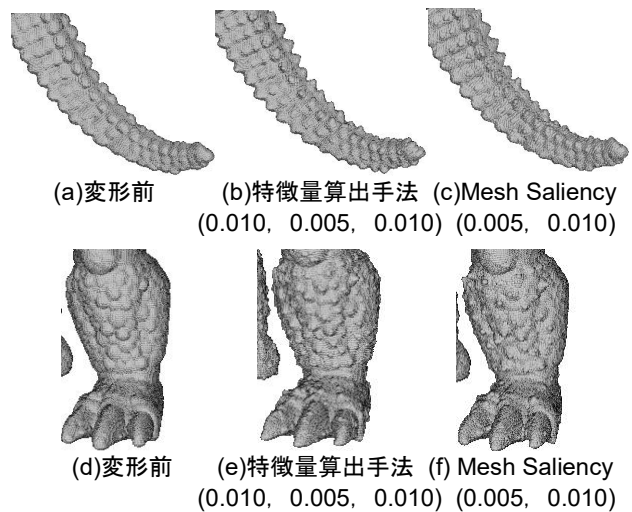


図6 提案した特徴変形結果

### 4. おわりに

本稿では、点群モルフォロジー演算を用いて特徴量を算出し、点群データを直接変形させる手法を提案した。実験により、3Dモデルの特徴を強調する変形が可能であることを示した。また、従来法として Mesh Saliency と比較し、提案手法は細かい膨らみを精度よく抽出し、変形できることを確認した。

さらに、提案手法では、点群データを直接編集するため、ポリゴンデータや曲面データに変換する処理を回避できる。また、自動で特徴量を算出し、変形を行うためユーザーの負荷を軽減できる。

現在の問題点として、提案した変形手法では点の移動量を大きくしすぎると形を損なう場合がある。また、点密度が疎の場合に、変形後に大きな隙間が生じてしまう可能性も考えられる。

今後、変形手法の再検討、変形後の隙間に点を補間する手法を検討していきたい。

### 参考文献

- [1] 手島裕詞, 志久修, 小堀研一, “点群に対するモルフォロジー演算の一手法”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 71, No.12 (2017).
- [2] Chang Ha Lee, Amitabh Varshney, David W.Jacobs, “Mesh saliency”, ACM Transactions on Graphics, Vol.24, No.3 (2005).