

## 3次元計測点群の欠損検出

### はじめに

#### 背景

3次元計測により取得した点群には、オクルージョンおよび計測対象物の材質の影響によりデータの欠損が発生する。そのため、CGデータを構築するためには欠損領域を補間する必要がある。



#### 問題点

欠損領域を補間するためには、欠損の輪郭を表す欠損点を検出する必要がある。一般的に、3次元計測で得られた点群データには欠損が多数含まれるため、欠損点を自動で検出する手法が望ましい。

点群を対象とした従来の欠損検出手法では、検出結果が点群の密度に大きく影響を受ける問題があり、密度が疎となる部分も欠損として誤検出してしまふ。

そこで本研究では、注目点に対してボロノイ分割を行い、ボロノイ領域の面積の情報や円弧度を用いて欠損点を決定することで、複雑な点群データに適用できる欠損抽出手法を提案する。

### 提案手法

本手法では、各点に対して欠損可能性値を求めることで欠損点の抽出を行う。欠損可能性値の計算には、注目点と近傍点から算出したベクトルのなす角度に加え、点群データをボロノイ分割することでボロノイ領域を作成し、作成した領域ごとの面積を計算に用いる。



#### 角度を用いた検出

注目点と近傍点から生成されるベクトル間のなす角度を用いることで、注目点が欠損点であるか判定を行う。右図に示すように、最大角が他の角度より差が大きいほど欠損点である可能性は高くなる。次式を用いて欠損可能性値  $\Pi_d(p)$  を算出する。

$$\Pi_d(p) = \min\left(\frac{g - \frac{2\pi}{Np}}{\pi - \frac{2\pi}{Np}}, 1\right)$$

ここで、 $g$ は最大角、 $Np$ は近傍点の数を示している。



#### ボロノイ分割を用いた検出

ボロノイ領域を解析することで、注目点が欠損点であるか判定を行う。

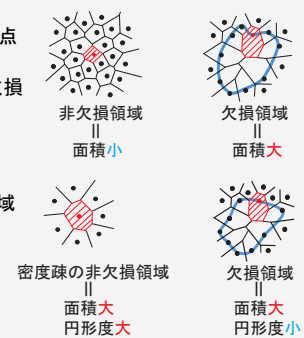
右図に示すように、欠損点のボロノイ領域は欠損領域を含むため、以下の特徴がある。

- ✓ ボロノイ領域の面積が大きくなる。
- ✓ ボロノイ領域の円弧度が低くなる。

この特徴を利用して、次式を用いてボロノイ領域の面積を円弧度で重み付けする。

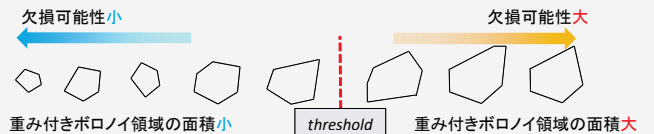
$$A' = A(1 - \frac{4\pi A}{l^2})$$

ここで、 $l$ は周囲長、 $A$ は面積を示している。



重み付きボロノイ領域の面積を昇順にソートし、閾値以上の面積を持つ点を欠損の可能性が高いとし、次式により欠損可能性値  $\Pi_a(p)$  を設定する。

$$\Pi_a(p) = \begin{cases} 0.7 & \text{if ボロノイ領域の面積} > \text{threshold} \\ 0.3 & \text{otherwise} \end{cases}$$



#### 欠損候補点の抽出

次式を用いて角度を用いた検出結果  $\Pi_d(p)$  とボロノイを用いた検出結果  $\Pi_a(p)$  を混ぜ合わせることで、注目点に対して欠損可能性値  $\Pi_d(p)$  を算出する。

$$\Pi_d(p) = \alpha \Pi_d(p) + (1 - \alpha) \Pi_a(p)$$

ここで、 $\alpha$ は重みを示しており、 $0 \leq \alpha \leq 1$ である。また、本手法では、欠損可能性値  $\Pi_d(p)$  が0.5以上の点を欠損候補点として抽出する。

#### グループ化

隣接する母点は共通のボロノイ点を持つ特徴に着目し、共通のボロノイ点を持つ欠損候補点を同グループとしてグループ化を行う。グループ化を行った後、グループ内の点数が少ないグループを欠損候補点から削除し、残った点を最終的な欠損点とする。

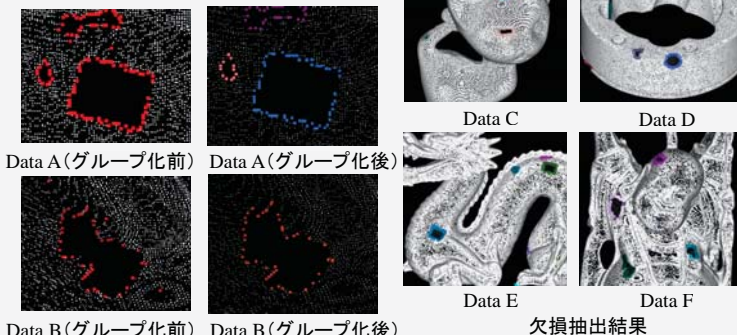
### 実験結果

手法の有用性を検証するために、以下の項目について欠損抽出実験を行った。

- > グループ化による欠損点の決定
- > 密度不均一なデータを用いた従来手法との比較

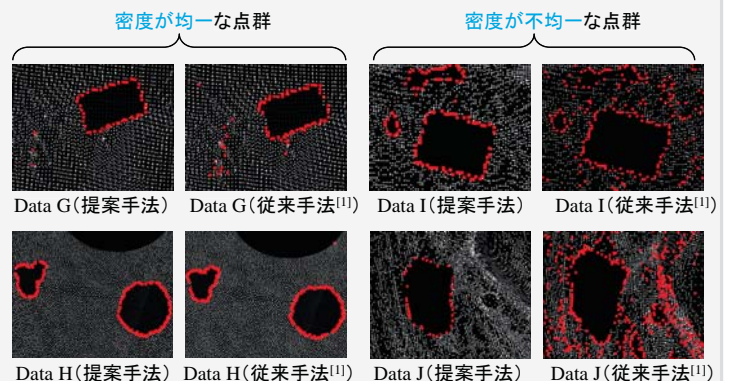
#### グループ化結果

欠損候補点から非欠損点となる点を削除し、検出される欠損点の精度を向上させる。



#### 密度差のある点群に対する欠損抽出結果

密度が均一な点群データ (Data G, Data H) と、密度が不均一な点群データ (Data I, Data J) に対して提案手法および従来手法<sup>1)</sup>を適用し、欠損抽出結果を比較した。



1. Gerhard H. Bendels, Ruwen Schnabel, and Reinhard Klein, "Detecting Holes in Point Set Surfaces", The Journal of WSCG, Vol.14, No.1-3, pp.89-96, 2006.