

メッシュ化のための点群データ補間手法

大橋 侑弥[†]宮岡 伸一郎[†][†]東京工科大学 メディア学部メディア学科

1. はじめに

近年、静止画像や動画からの 3D 形状復元や、レーザーミラースキャナによる計測等を利用し現実環境の 3D モデル化を自動化する研究が盛んにおこなわれている。レーザーミラースキャナを利用して得られた点群データを用いて 3D モデルを制作すれば正確でリアルな 3D モデルを制作することができる。

しかし、必ずしも完全なデータを取得できるわけではなく、レーザーの届かない死角となる部分が存在し不完全なデータとなる。このデータをメッシュと呼ばれる面に変換すると欠損部分が発生したり、予期しない部分にメッシュを張ってしまったりするという問題が発生する。

メッシュ化された不完全なモデルを編集するよりもメッシュ化される前の点群データを補間・編集する方が効率的であると考えた。本研究では、正確なメッシュ形状を得るために点群データの補間手法を提案する。

2. 欠損部分のデータ補間

2.1 平面生成による補間

点群撮影時に取得できなかった欠損部分に対して、点群の補間をおこなう。いくつかの場合に分けて、補間方法を変える。

平面に対しては、恣意的に補間したい部分とその周りの点群を含む領域を選択する。選択された点群から平面の方程式を導き出し、その式を利用して点を生成する。

この点を生成する際に問題となるのが点の密度である^[2]。補間した部分の点の密度と、点群撮影時の点の密度との間に大きな差があるとメッシュ化したときに不具合を生じる。補間部分の密度が大きすぎるとデータ量が大きくなり、小さすぎるとメッシュ化がおこなわれない。

これを解決するために、2次元画像処理で用いられるポアソンディスクサンプリングを3次元空間に応用し、点の密度を最適化した。ポアソンディスクサンプリングとは、生成する点を中心とする一定半径内に他の生成点が入り込まないように点を発生させる方法である。サンプリング半径の

“Points Interpolation Technique for Generating Mesh”

Yuya OHASHI, Shinichiro MIYAOKA

School of Media Science, Tokyo University of Technology,
1404-1 Katakura-machi, Hachioji-shi, Tokyo 192-0982 Japan

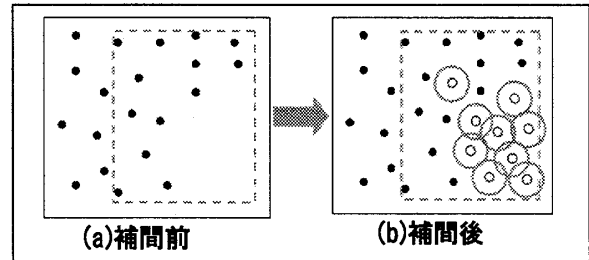


図 1 平面補間

値には、平面生成の際に選択された点群データの平均点間距離を用いた。補間の様子を図 1 に示す。図 1(a)が補間前の点群であり、赤い点線が選択範囲である。図 1(b)が補間後の点群であり、黄色い点が補間された点である。赤い円はポアソンディスクサンプリングの判定領域である。

2.2 2次曲面による補間

平面で補間することのできない曲面に対しては、近似的な 2 次曲面を生成することで補間をおこなう。まず平面の場合と同様に恣意的に補間したい部分と周りの点群を含む領域を選択する。そして、選択された点群から 2 次曲面の方程式を導き出す。平面の補間と同様に、点間距離が一定になるように曲面に点を埋めていく。

点の生成の際、 x 、 y 、 z のうち 2 成分を選ぶ。それは、 xy 座標平面、 yz 座標平面、 xz 座標平面のいずれかを基準にするということである。この平面をサンプリング座標平面とする。2.1 の方法で第 3 成分を平面・2 次曲面の式から導き出す。その計算結果が不安定となるのを避けるため、以下のような方法をとっている。

選択された点群がどの座標平面に最も平行であるかを比較する。最も平行に近い座標平面をサンプリング座標平面とする。その比較の方法は、選択された点群の x 、 y 、 z 座標値の最大と最小の差を求める。そして、最も差の小さい座標軸の点を生成するようにサンプリング座標平面を選択する。

2.3 類似部分の切り貼りによる補間

形状の似ている部分がモデルに存在する場合は、点群の切り貼りにより補間をおこなう^[1]。コピーした後に拡大・縮小・回転などの操作を加えることで、様々な補間に対応できる。

建物などの左右対称な形状に対しては、コピーした部分をミラーリングして補間することができる。左右のどちらか欠損していた場合に左右の対称性を利用する。例えば、建物の左半分に欠損部分が存在する場合、対称となる右側の部分をコピーし、左右対称に反転して欠損部分に貼り付けることで補間する。図2にその様子を示す。

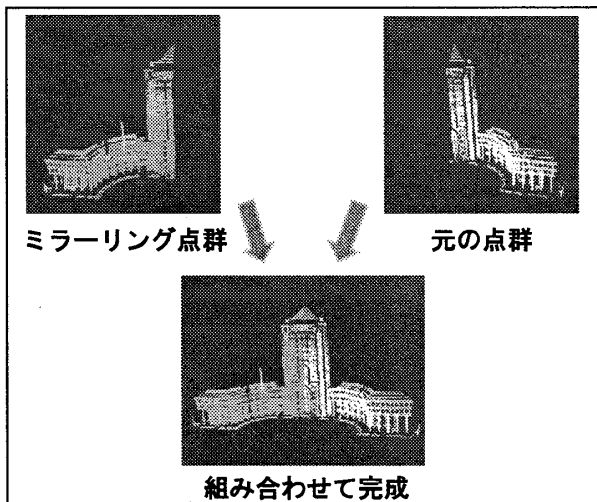


図2 ミラーリング

3. 実験と評価

3.1 点群補間の精度

点群補間の精度を測るために、曲面の点群を用い、恣意的に欠損を発生させ、その部分を補間した。図3がその様子を示したものである。少しのずれがあるが、曲面上に点群が生成されている。補間した部分の点群が周りよりも密度が小さいがメッシュを張るには十分な精度である。

曲面を補間する部分の曲率が小さいと平面に近い形で補間してしまい、ずれが生じてしまう。

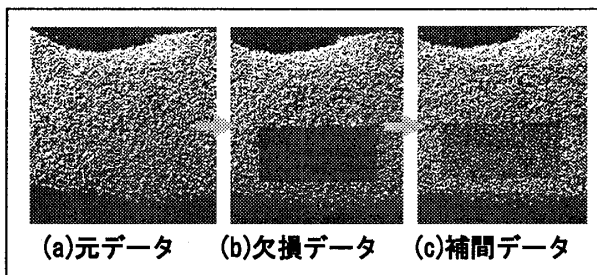


図3 点群補間精度

3.2 メッシュ化の結果と評価

メッシュ化の際には、既存ソフトウェア Lios Mesh を用いた。Leios mesh は、3D 点群データからポリゴンモデルを制作することができる。

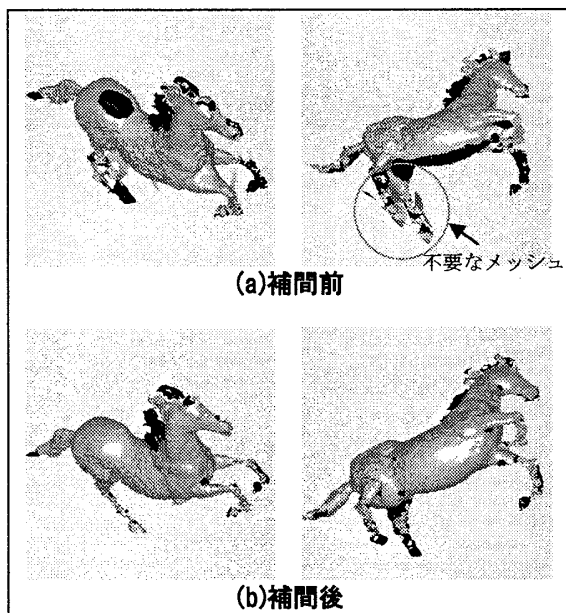


図4 メッシュ化

本研究では主に馬の銅像の点群データを実験材料として用いた。臀部、腹部に大きな欠損が発生するという特徴がある。レーザーミラースキャナで取得したオリジナルのままメッシュ化をおこなったものが図4(a)である。メッシュ化すると臀部と腹部に大きな欠損が目立つ。後ろ足には不要なメッシュが形成されている。オリジナルの点群を補間したものが図4(b)である。臀部、腹部ともにメッシュが張られている。後ろ足の不要なメッシュも形成されていない。図4(a), (b)を見比べて分かるように、点群データの補間が正確なメッシュ化に有効であることが判明した。

4. おわりに

本研究では、メッシュ化のために点群データの欠損部分を平面・曲面生成、類似部分の切り貼りで補間する手法を提案した。

元の点群データのままでは欠損が発生したが、平面や2次曲面を利用した点群補間により、メッシュ化の際に穴が開くことを防ぐことが可能である。実験の結果から、点群データの欠損部分の補間は正確なメッシュ形状を得るために有効であることが確かめられた。

参考文献

- [1] 増田 健、岡谷(清水) 郁子、佐川 立昌：距離データ処理—複数距離画像からの形状モデル生成技術情報処理学会研究報告, Vol. 2004, No. 113, pp. 105-116, 2004
- [2] 金井 崇、鈴木 宏正：対話的なメッシュの均一再メッシュ化手法, グラフィクスとCAD/Visual Computing 合同シンポジウム 2001, pp. 91-96, 2001