

## 3次元点群データからの表面形状モデリング

情報システム工学研究室 (指導教員 安室喜弘)

シス 06-52 重富明佳

シス 06-116 吉川晃雄

## 1. はじめに

希有な遺物や遺跡の発掘や発見は、広く一般にも注目を集めることが多いが、考古学的に重要視されるのは、それを正確に記録することである[1]。従来の考古学における記録は、写真や手書きの図面などによる手段に頼ってきた。近年レーザスキャナの進歩により広範囲・高精度の形状計測が可能になり、考古学への応用が広がりつつある[2]。レーザスキャナからは客観的な3次元座標の点群データが得られ、考古学的な着眼点に合わせた情報の抽出が期待される。本研究では遺跡の実測データを用いて体積計算や正確な形状把握を可能にするような表面形状モデリングを行う。

## 2. 3次元の計測点群データ

レーザスキャナは観測位置から見える対象表面の部分形状を、点の距離分布として取得する。対象の全周囲の形状を取得するためには、視点を変えて計測した複数の部分データを統合する必要がある[3]。しかし統合した形状データは重複が生じており、また、対象表面の起伏によってはレーザスキャナが直視できない部分がどうしても生じ、このような部分はデータの欠損箇所となり、体積などの計量を行うための目的には望ましくない。そのため欠損箇所を補間し閉領域を構成する形状モデルが必要となる。

## 3. 提案手法

## 3.1 方針

点群データは点と点との関連性の情報がなく、直接的に形状データとして扱うことができない。またデータの分布には不規則な粗密があり欠損箇所も点在する。そこで本研究では繰り返し細分化したボクセルによって点群データをリサンプリングし、8分木による階層構造によって密度・位置を把握しながら、モルフォロジ処理により連続する表面を作成する。まず、欠損箇所に対しては低階層ボクセルで補間し連続した領域とする。さらに、その領域内の上位階層を作成し、より細分化されたボクセルに信頼度(計測点を多く含むボクセルからの距離)を割り付ける。最後に、連続状態を担保したまま信頼度の高いボクセルを優先的に残すことによって実際の形状に近いモデリングを行う。

## 3.2 8分木によるボクセル表現

3次元空間をx, y, zの各軸方向で2等分することで、空間を8等分して量子化した正規格子を用い、離散的な点の分布をリサンプリングする。分割された各格子をそれぞれボクセルと呼び、ボクセル内に計測点が一定数以上含まれていれば再帰的に分割を行う。これは8分木と呼ばれる階層構造で管理されるため、3次元における点の存在領域を効率的に表現できる。階層が高く密度が高いボクセルほど実際の形状に近いと考えられる。

## 3.3 モルフォロジ処理

画一的なアルゴリズムで実装でき、補間処理の規模などをデザイン・管理しやすいという利点からモルフォロジ処理を利用する。比較的低階層のボクセルに対して膨張縮退処理(図1参照)を行うことにより連続性を担保し、上位階層ボクセルの粒度において細線化を実現するようなモルフォロジ処理を適用する。

## 3.4 3次元の細面化(ボクセル削除)

$3 \times 3 \times 3$ のボクセル領域を順次注目し、その中心ボクセルに

対し、以下の条件を満たすときに削除処理を行うことで、計測データに忠実な形状を形成する。

- (1) 密度の高いボクセルまでの距離が遠いとき
  - (2) 6近傍のうち1つでも欠けている(表面にある)とき
  - (3) 周囲26近傍の中で中心ボクセルを削除しても他のボクセルが6近傍連結関係で接続されるとき
- 全領域においてこの削除処理を行い、削除できなくなるまで繰り返す。

## 3.5 体積の算出

最小ボクセルの間隔で断面画像を取り出し、輪郭抽出と塗潰し処理を行う(図2参照)。全ての断面画像のピクセル総数とスケール比により対象の体積を算出する。

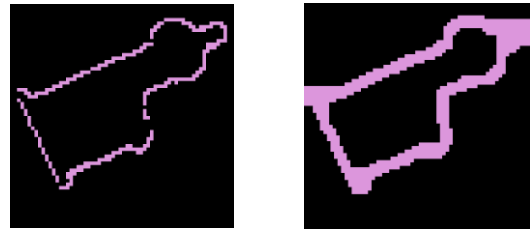


図1. 欠落の存在(左)とモルフォロジ処理による補間(右)



図2. 細面化処理後の断面(左)と塗潰し結果(右)

## 4. 実験結果

提案手法による体積算出実験を行った。外接直方体を初期ボクセルとし、9階層の空間分割(1辺を $2^9$ 分割)を行い計量した。まず、乱数により作成した立方体形状の点群(18万点)に対しては誤差1.6%。建物の模型(高さ約10cm)を卓上3Dスキャナで計測した点群(約30万点)に対しては、誤差2.3%で体積を算出できた。エジプトのケントカウエス遺跡全体(約50m四方、高さ20m)の屋外計測データ(約3000万点)[1]に対しては体積値 $2.01 \times 10^4 \text{m}^3$ を得た。

## 5. おわりに

本研究では、欠損や粗密分布をもった3次元計測点群から体積を計量可能な表面モデルの構成法を提案し、実験により約5%未満の誤差率で体積を算出できることを確認した。細面化処理において生じる細かな残存ボクセルが誤差要因となるため、この低減が今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 亀井宏行 他: 2006年度ギザ・レーザー・スキャニング調査報告, 西アジア考古学, vol. 3, pp. 51-63, 2009.
- [2] 佐川立昌 他: 大規模観測対象のための幾何形状および光学情報統合システム, 情報処論 44, SIG5(CVIM6), pp. 41-53, 2003.
- [3] 佐川立昌 他: 符号付距離場の整合化による形状モデル補間手法, 信学論 vol. J88-DII, no. 3, pp. 541-551, 2005.