

# 高精細画像によるテクスチャマッピングのためのレンジデータの再標本化についての一検討

中村彰太† 藤村誠†

長崎大学大学院工学研究科†

## 1 はじめに

歴史的な文化資源としての陶磁器を、デジタル化して保存するための手法を検討する。陶磁器の基本的な形状、歪み、テカリ、そしてキズといった情報をデジタル化して保存するためには、3次元形状の計測および全体的なテクスチャ、および高精細なテクスチャが必要である。すなわち、陶磁器の3DCGにおける対象物全体へのテクスチャマッピングの画像と高精細なテクスチャ表現の統合が必要となる。

まず、3Dレーザースキャナにより陶磁器の形状を計測し、全体を撮影した画像でテクスチャマッピングした3DCGを生成する。次に陶磁器の表面を接写レンズを装着したデジタルカメラで撮影し、高精細画像を得る。最後に3DCG表示の一部分に高精細画像を対応させる。しかし、3次元形状計測された頂点座標がランダムなため矩形単位に領域を指定できない。これに対し、高精細画像は矩形であり、頂点群に対応させることが困難である。そこで、得られた頂点を再配置し、さらに矩形領域の集合として頂点の連結情報を構造化する必要がある。

文献[1]では、高さ方向に分割し各平面でフーリエ級数をとることで形状を編集している。しかし、今回は底がある円筒形状の陶磁器を対象とするため、より簡単な方法で十分である。本論文では3次元形状計測で得られた陶磁器のオブジェクトの情報から頂点の座標を抽出して再配置し、構造化されたポリゴンを生成する方法を検討する。

## 2 提案手法

3次元形状計測で得られた立体物の頂点を再配置するための手順を大きく4つの段階に分けて説明する。

### 2.1 概要

#### 2.1.1 対象物の位置と姿勢の補正

レーザースキャナによる測定で得られた対象物の座標データは原点から離れた位置にあり、さらに傾いている。このため対象物の重心の位置、座標軸に対する傾きを補正する。このとき、図1に示すように対象物の底面がx-z平面と平行になり、円筒の中心軸がy軸と一致するようにする。

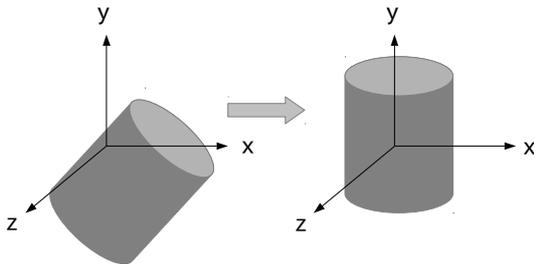


図1.位置と姿勢の補正

#### 2.1.2 高さ方向の分割

円筒の中心軸をN等分する。このとき1~n番目それぞれの分割した円筒部分に属する頂点を求めておく。

#### 2.1.3 等分割円筒単位の頂点再配置

それぞれの等分割円筒部分ごとに頂点の再配置を行う。再配置された頂点は、同一y座標値を持つ頂点群である。再配置処理については2.2で説明する。

#### 2.1.4 三角メッシュの生成と構造化

再配置した頂点を用いて、対象物全体の三角メッシュを生成する。さらに、複数の三角メッシュをグループ化する。このとき、矩形形状となるようにグループ化を行う。

## 2.2 等分割円筒単位の頂点再配置法

頂点の再配置の手法について詳しく説明する。

### 2.2.1 交点平面と上下の頂点を結ぶ線分との交点算出

まず各等分割円筒部分においてy座標の最大、最小を求めそれらの値から中間のyの値を算出する。得られたyの中間値でx-z平面に平行な平面を交点平面と呼ぶ。この交点平面を境に上下に頂点群を分ける。

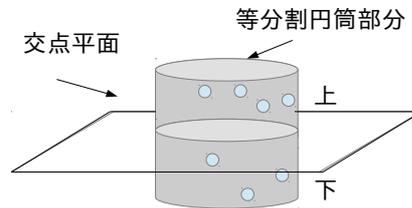


図2. 交点平面の設定

次に上側の頂点1つずつに対して下側の頂点全てとの線分の長さを計算し、その中で線分の長さが最小となる下側の頂点を選ぶ。そして上側の頂点と下側の頂点からなる線分と交点平面との交点を求める。この交点を仮頂点とする。

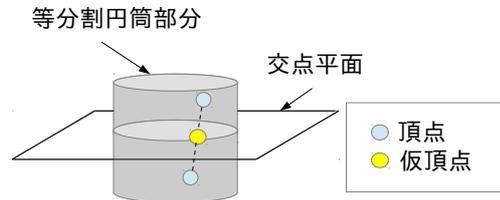


図3. 交点平面と上下の頂点を端点とする線分との交点算出

### 2.2.2 交点平面での頂点の再配置

i番目の等分割円筒部分における交点平面は  $y=y_i$  となる。図4は交点平面上において原点に相当する点  $o(0,y_i,0)$  および  $x$  軸,  $y$  軸を示している。また, 点は仮頂点であり, 線分  $op$  は,  $x$  軸と角度  $\Delta\theta m$  で交わる。ここで  $\Delta\theta=2\pi/m$  であり,  $m=1,2,\dots,M$  である。交点平面について線分  $op$  について直線  $a_i b_i$  が交わり,  $|a_i b_i|$  < 小さい値, となるような左右の点  $a_i, b_i$  を求め,  $op$  と  $a_i b_i$  の交点  $c_i$  を求める。これらの処理を反時計回りに回転角度  $\Delta\theta$  で回転させていき同様に交点を求めていく。このとき,  $a$  について総当たりに  $b$  との線分と  $op$  の交点を求めていく。

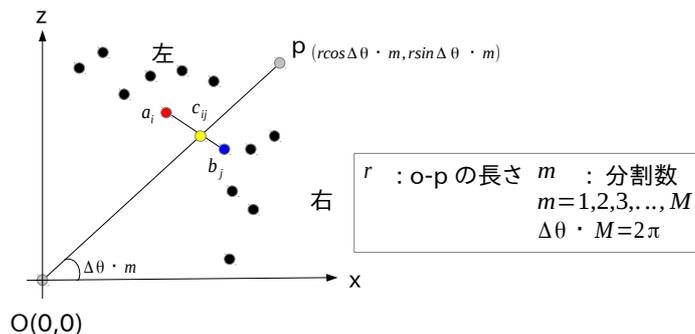


図4. 仮頂点群からの再配置頂点の導出

### 2.2.3 内側と外側の分別

陶磁器は円筒形状であり, 物体の中に空間がある構造になっているため, 円筒の内側と外側に分かれて頂点が存在している。そこで, 求めた交点について, 小さい値を設定し物体の内側に当たる頂点の組と外側にある組とに分ける。さらに交点平面で求めた交点は  $op$  線分上に1列に並んでいる状態で無数に存在しているため整理する必要がある。そこで内側と外側に分けた後, 内側, 外側それぞれの座標の平均を算出して得られた点を再配置頂点とする。

## 3 実験

猪口を用いて提案手法の評価実験を行った。図5は対象物の写真であり, 大きさは  $67\text{mm}\times 67\text{mm}\times 50\text{mm}$  である。レーザースキャナは David Vision 社の DAVIDレーザースキャナを用いた。測定によって得られた頂点数は 36220 個であり, 図6は  $1\sim n$  までの各等分割円筒部分にある頂点数を表している。再配置した頂点数は表1に示す。図7(a)の白い領域は再配置前のポリゴンのグループを表している。3次元形状計測された段階では頂点分布がランダムであるため形状が不規則になることがわかる。一方, 図7(b)は頂点再配置後の頂点と黄色の矩形領域で表されたポリゴングループを示している。図7(b)より, ポリゴングループを矩形の領域に構造化できたことがわかる。しかし, 細かい数ヶ所に再配置頂点がない領域ができてしまっていた。

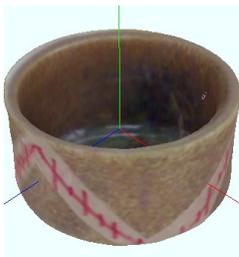


図5. スキャンの対象とした陶磁器

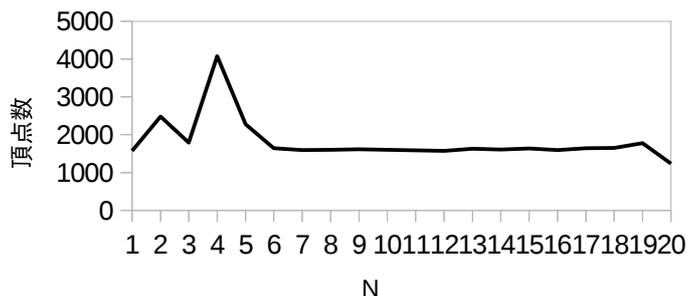
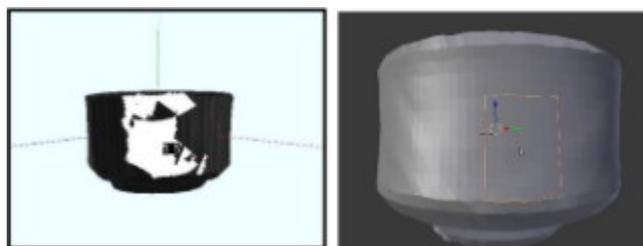


図6. 頂点数の分布図



(a)再配置前の参照領域

(b)再配置後の参照領域

図7. 頂点の再配置結果(M=128)

表1. 再配置後の頂点数

M	再配置頂点数 (内側)	再配置頂点数 (外側)	合計
8	120	160	280
16	240	320	560
32	480	640	1120
64	960	1280	2240
128	1920	2560	4480
360	5400	7200	12600

## 4 まとめ

本研究では3DCG表示の一部分に高精細画像を対応させるために3次元形状計測で得られた立体物の頂点座標を再配置, 構造化を行うための方法を検討した。その結果, ほぼ元の形状を維持したまま頂点の再配置ができた。さらに, ポリゴンを生成する段階で矩形領域に構造化できた。今後の課題は, テクスチャマッピングのための画像データの座標の調整および頂点座標再配置の精度の向上などが挙げられる。

## 参考文献

[1] 稗田正樹, 加川経夫, 西野浩明, 宇都宮孝一, "フーリエ級数を利用した3次元データ表現法とその応用—二次元フィルタによる3次元モデル造型法", 情報処理学会論文誌, 2003

[2] DAVID LASERSCANNER

<http://www.david-laserscanner.jp>