

フォトグラメトリによる 3D スキャニング

近藤正紀¹⁾

1) 新潟医療福祉大学 医療情報管理学科

【背景・目的】 現在実用化されている 3D スキャナーは大別すると接触式と非接触式に分けられる。それぞれの方式ごとに得手不得手や制限事項が存在するが、共通する制限としてスキャン可能な対象物の大きさが限られるというものがある。現時点では地球や細胞をスキャン可能な 3D スキャナーは存在しない。

本稿は、写真測量法 (Photogrammetry) によって二次元の写真から三次元のデータを復元する手順を確立することを目的とする。なお、本邦では 3D データの再現の場合に『フォトグラメトリ』の語を用いるため、本稿でもそれに従う。

【方法】 本稿ではデジタル写真から三次元データを復元するにあたり、フリーソフトウェアのアプリケーションプログラムを用い、以下の手順で実行する。

手順 1 対象物撮影する。本稿では JR 長岡駅構内に展示している『火焰土器』および模造品の『埴輪』(記者蔵)を対象物とする。3D プリンター用データを作成する場合は全周撮影が必要になる。

表 1 データの仕様

対象物	サイズ	カメラ	枚数
火焰土器	L:162mm W:266mm H:297mm	iPhobne8 4032 x 3024 pixel 35 mm 換算値: 28 mm	45 枚 全周
埴輪	L:35mm W:40mm H:110mm	Richo Caprlio RZ1 2304 x 1728 pixel 35 mm 換算値: 105 mm	40 枚 半周

手順 2 Structure from Motion (SfM)を用いて各画像から対象物を構成する三次元点群のデータを再構成する。本稿では全ての作業をフリーソフトウェアで実行することとし、C. Wu が作成した VisualSfM、Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione が管理している Meshlab、AliceVision フレームワークを使用した Meshroom を用いる。Meshroom は VisualSfM と Meshlab で行う作業を単独で実行することができる。

手順 3 再構成されたデータには背景等不要な部分が含まれるため、Meshlab 等のユーティリティを用いて削除する。

なお、本研究は倫理審査の対象外のものであり、関連する利益相反はない。

【結果】 図 1 は火焰土器と埴輪のそれぞれ元画像(一部)と再構築した 3D 画像である。今回使用した計算資源では

火焰土器で 2 時間程度、埴輪で 1.5 時間程度を要した。

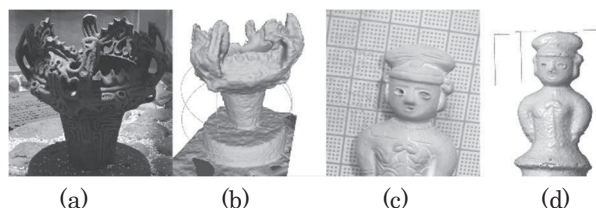


図 1 再現した火焰土器と埴輪

火焰土器は全体の大まかな形状を再現できたが細部の再現性は良くない。一方埴輪についてはレンズのマクロ機能により 20 cm 程度まで接近できたことで 1 mm に満たない小さな凹凸も再現できた。

【考察】 本稿での対象物はいずれも手許に所有する 3D スキャナーではスキャン条件が満たされないため使用することができない。それに対し Structure from Motion は一般的なカメラが使用でき、対象物が正しく撮影されているならば特徴点を抽出できるため、3D プリンター用データを作成する点で有利であると考えられる。

再現精度は、火焰土器については図 1(b)を見てわかるとおり、上部の『鶏冠状把手』と呼ばれる部分の再現度が低い。この原因として展示されている対象物との距離(約 2 m)とレンズの焦点距離の不整合および展示用構造物のために照明が不十分であることが考えられる。また撮影した写真の多い部分は細部まで再現されているが少ない部分は歪みがあることも予想通りである。35 mm 換算値で 105 mm のレンズで接写した埴輪は前述のとおり 1 mm 未満の凹凸も再現できており、テクスチャマッピングを行うと実物と見紛う 3D 画像が得られる。3D プリンターの精度にもよるが、十分造形に耐えるデータである。さらに高精度にするには撮影条件を詰める必要があると考える。

Photogrammetry 自体は昔から存在する手法であるが、デジタル撮影技術とコンピューターの演算能力の向上により実用に耐える 3D データを生成できるようになった。使用したソフトウェアがオープンソースであれば不具合を使用者自身が修正することも可能であるため、今後の発展が期待できる一方、商用ではないため開発が放棄される場合もあり動向を注視していく必要がある。本稿での処理中にも Meshroom に微細な不具合を確認しているが、ソースコードの修正には至っていない。

【結論】 フォトグラメトリは三次元形状データを再構成するだけでなく、ロボットが自身の位置と姿勢を把握するにも必要な技術であり、また、VR データ作成にも有効な手法である。

本稿により、フォトグラメトリを用いることで個人ユースの 3D スキャナーよりも安価に同等以上のデータを得る可能性の示唆を得た。